

DPS # 4

09/930, 510

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-187008

(43) 公開日 平成9年(1997)7月15日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 7/30			H 0 4 N 7/133	Z
G 0 6 T 5/20			1/41	B
H 0 4 N 1/41			5/21	B
5/21			G 0 6 F 15/68	4 0 0 A

審査請求 未請求 請求項の数32 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願平8-292447

(22) 出願日 平成8年(1996)11月5日

(31) 優先権主張番号 特願平7-285838

(32) 優先日 平7(1995)11月2日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 林 孝明

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 榮藤 稔

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

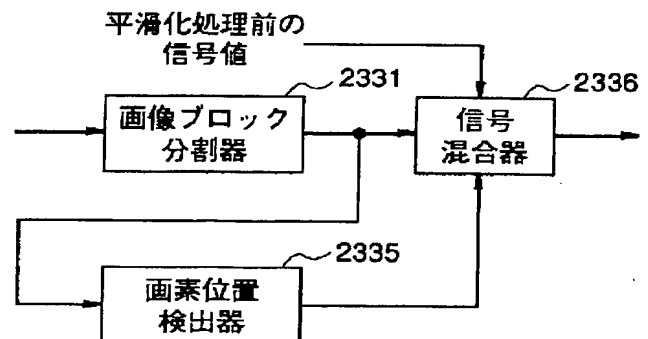
(74) 代理人 弁理士 早瀬 憲一

(54) 【発明の名称】 画像信号平滑化装置、画像信号平滑化方法、画像符号化装置、画像符号化方法、画像復号化装置  
および画像復号化方法

(57) 【要約】

【課題】 ブロックの境界上で不自然な輝度、色等の段差（ブロック歪）を大幅に軽減し、視覚上大きな画質改善を得る。

【解決手段】 ブロック単位で符号化・復号化処理された画像に対して、ブロックごとの量子化パラメータ、復号画像のブロック活性度、復号画像の各画素の活性度、画素のブロック境界からの位置に応じて、平滑フィルタの特性を変化させる。平滑フィルタは、着目画素とその周辺の画素との差分値の逆数を重みとした重み付き平均であり、前記の逆数をとる前の重みにある数を加える。この加える値を前記パラメータで制御する。同様に、平滑フィルタ後の画素値と復号画素値の混合割合を前記パラメータに応じて変化させる。ブロック内部ではエッジ保存性の強いフィルタを用い、ブロック境界ではエッジ保存性の弱いフィルタを用いる。ポスト／ループフィルタにエッジ保存性のあるフィルタ23、26を用いる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 サンプリングされデジタル化された画像信号に対し、着目画素とその周辺画素の重み付け平均でフィルタリング処理を行う平滑化フィルタを適用して平滑化処理を行う画像信号平滑化装置において、着目画素値とその周辺画素値の差分を検出する手段と、その差分の絶対値をとる手段と、前記差分検出絶対値に非負の値（ $m$ ）を加算する手段と、その加算後の値の逆数（重み係数）を取る手段と、その逆数を取った後の値に周辺画素値を乗算する手段と、その乗算した後の値の総和（ $A$ ）を取る手段と、前記逆数（重み係数）のみの総和（ $B$ ）を取る手段と、前記重み係数の総和（ $B$ ）で前記総和（ $A$ ）を除算して正規化（ $A/B$ ）する手段とを備えたことを特徴とする画像信号平滑化装置。

【請求項2】 請求項1記載の画像信号平滑化装置において、

フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、前記着目画素とその周辺画素の差分値に加える非負の値を、画像信号の各ブロックを符号化または復号化するときに用いられた量子化特性に代表される各ブロックごとの量子化パラメータの粗さに応じて適応的に変化させる手段とを備えたことを特徴とする画像信号平滑化装置。

【請求項3】 請求項1記載の画像信号平滑化装置において、

フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、ブロックごとに画素の変化の度合いを表すブロック活性度を算出する手段と、そのブロック活性度に応じて前記着目画素とその周辺画素の差分値に加える非負の値を適応的に変化させる手段とを備えたことを特徴とする画像信号平滑化装置。

【請求項4】 請求項1記載の画像信号平滑化装置において、

フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出する手段と、着目画素がブロック境界に位置する際にその点に接する隣接ブロックのブロック活性度（隣接ブロック活性度）を検出する手段と、前記隣接ブロック活性度に応じて前記着目画素とその周辺画素の差分値に加える非負の値を適応的に変化させる手段とを備えたことを特徴とする画像信号平滑化装置。

【請求項5】 請求項1記載の画像信号平滑化装置において、

フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、画像信号の各ブロック毎に前記平滑化処理された信号値と平滑化処理する前の信号値を混合する手段と、画像信号の各ブロックを符号化・復号化するときに用い

られた量子化特性に代表される各ブロックごとの量子化パラメータの粗さに応じて前記混合割合を適応的に変化させる手段とを備えたことを特徴とする画像信号平滑化装置。

【請求項6】 請求項1記載の画像信号平滑化装置において、

フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、画像信号の各ブロック毎に前記平滑化処理された信号値と平滑化処理する前の信号値を混合する手段と、

10 画像信号の各ブロックの活性度に応じて前記混合割合を適応的に変化させる手段とを備えたことを特徴とする画像信号平滑化装置。

【請求項7】 請求項1記載の画像信号平滑化装置において、

フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、画像信号の各ブロック毎に前記平滑化処理された信号値と平滑化処理する前の信号値を混合する手段と、

着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出する手段と、

20 着目画素がブロック境界に接する位置にあるときその画素に接する隣接ブロックの隣接ブロック活性度に応じて前記混合割合を適応的に変化させる手段とを備えたことを特徴とする画像信号平滑化装置。

【請求項8】 サンプリングされデジタル化された画像信号に対して平滑化フィルタにより平滑化処理を施す装置において、

フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、着目画素がブロック境界の位置に存在するか否かを検出する手段と、

30 着目画素がブロック境界に存在するならばエッジ保存性を弱めたフィルタリングを行う手段と、着目画素がブロック内部に存在するならばエッジ保存性のあるフィルタリングを行う手段とを備えたことを特徴とする画像信号平滑化装置。

【請求項9】 請求項8記載の画像信号平滑化装置において、

フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出する手段と、

40 着目画素値とその周辺の画素値より着目点の活性度を算出する手段と、

前記着目点がブロック境界に位置する場合前記着目点の活性度に応じてフィルタのエッジ保存性の強さを適応的に変化させる手段とを備えたことを特徴とする画像信号平滑化装置。

【請求項10】 請求項8記載の画像信号平滑化装置において、

フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出する手段と、

着目画素が存在しているブロック境界が水平、垂直のどちらに連続しているかを検出する手段と、

着目画素が属するブロック境界の方向に応じてエッジ保存性の強さを適応的に変化させる手段とを備えたことを特徴とする画像信号平滑化装置。

【請求項 1 1】 サンプリングされデジタル化された画像信号に対し、着目画素とその周辺画素の重み付け平均でフィルタリング処理を行う平滑化フィルタを適用して平滑化処理を行う画像信号平滑化方法において、着目画素値とその周辺画素値の差分を検出するステップと、  
その差分の絶対値をとるステップと、  
前記差分検出絶対値に非負の値 (m) を加算するステップと、  
その加算後の値の逆数 (重み係数) を取るステップと、  
その逆数を取った後の値に周辺画素値を乗算するステップと、  
その乗算した後の値の総和 (A) を取るステップと、  
前記逆数 (重み係数) のみの総和 (B) を取るステップと、  
前記重み係数の総和 (B) で前記総和 (A) を除算して正規化 (A/B) するステップとを含むことを特徴とする画像信号平滑化方法。

【請求項 1 2】 請求項 1 1 記載の画像信号平滑化方法において、

フィルタリングすべき画像をブロック分割するステップと、

前記着目画素とその周辺画素の差分値に加える非負の値を、画像信号の各ブロックを符号化・復号化するときに用いられた量子化特性に代表される各ブロックごとの量子化パラメータの粗さに応じて適応的に変化させるステップとを含むことを特徴とする画像信号平滑化方法。

【請求項 1 3】 請求項 1 1 記載の画像信号平滑化方法において、

フィルタリングすべき画像をブロック分割するステップと、

ブロックごとに画素の変化の度合いを表すブロック活性度を算出するステップと、

そのブロック活性度に応じて前記着目画素とその周辺画素の差分値に加える非負の値を適応的に変化させるステップとを含むことを特徴とする画像信号平滑化方法。

【請求項 1 4】 請求項 1 1 記載の画像信号平滑化方法において、

フィルタリングすべき画像をブロック分割するステップと、

着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出するステップと、

着目画素がブロック境界に位置する際にその点に接する隣接ブロックのブロック活性度 (隣接ブロック活性度) を検出するステップと、

前記隣接ブロック活性度に応じて前記着目画素とその周辺画素の差分値に加える非負の値を適応的に変化させるステップとを含むことを特徴とする画像信号平滑化方法。

【請求項 1 5】 請求項 1 1 記載の画像信号平滑化方法において、

フィルタリングすべき画像をブロック分割するステップと、

画像信号の各ブロック毎に前記平滑化処理された信号値と平滑化処理する前の信号値を混合するステップと、

画像信号の各ブロックを符号化・復号化するときに用いられた量子化特性に代表される各ブロックごとの量子化パラメータの粗さに応じて前記混合割合を適応的に変化させるステップとを含むことを特徴とする画像信号平滑化方法。

【請求項 1 6】 請求項 1 1 記載の画像信号平滑化方法において、

フィルタリングすべき画像をブロック分割するステップと、

画像信号の各ブロック毎に前記平滑化処理された信号値と平滑化処理する前の信号値を混合するステップと、

画像信号の各ブロックの活性度に応じて前記混合割合を適応的に変化させるステップとを含むことを特徴とする画像信号平滑化方法。

【請求項 1 7】 請求項 1 1 記載の画像信号平滑化方法において、

フィルタリングすべき画像をブロック分割するステップと、

画像信号の各ブロック毎に前記平滑化処理された信号値と平滑化処理する前の信号値を混合するステップと、

着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出するステップと、

着目画素がブロック境界に接する位置にあるときその画素に接する隣接ブロックの隣接ブロック活性度に応じて前記混合割合を適応的に変化させるステップとを含むことを特徴とする画像信号平滑化方法。

【請求項 1 8】 サンプリングされデジタル化された画像信号に対して平滑化フィルタにより平滑化処理を施す方法において、

フィルタリングすべき画像をブロック分割するステップと、

着目画素がブロック境界の位置に存在するか否かを検出するステップと、

着目画素がブロック境界に存在するならばエッジ保存性を弱めたフィルタリングを行うステップと、

着目画素がブロック内部に存在するならばエッジ保存性のあるフィルタリングを行うステップとを含むことを特徴とする画像信号平滑化方法。

【請求項 1 9】 請求項 1 8 記載の画像信号平滑化方法において、

フィルタリングすべき画像をブロック分割するステップと、  
 着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出するステップと、  
 着目画素値とその周辺の画素値より着目点の活性度を算出するステップと、  
 前記着目点がブロック境界に位置する場合前記着目点の活性度に応じてフィルタのエッジ保存性の強さを適応的に変化させるステップとを含むことを特徴とする画像信号平滑化方法。

【請求項 20】 請求項 18 記載の画像信号平滑化方法において、  
 フィルタリングすべき画像をブロック分割するステップと、  
 着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出するステップと、  
 着目画素が存在しているブロック境界が水平、垂直のどちらに連続しているかを検出するステップと、  
 着目画素が属するブロック境界の方向に応じてエッジ保存性の強さを適応的に変化させるステップとを含むことを特徴とする画像信号平滑化方法。

【請求項 21】 1 又は複数個のフレーム又はフィールドに相当する信号を記憶するフレームメモリを備えた復号ループにフィルタを設けて、入力信号とフレームメモリ間の対応画素でフレーム間符号化を行う画像符号化装置において、  
 前記フィルタとしてエッジ保存性のあるフィルタを備え、  
 局部復号信号として、その画像信号平滑化装置で処理した後の画像信号を前記 1 つ前のフレームの画像信号を記憶するフレームメモリに入力することを特徴とする画像符号化装置。

【請求項 22】 請求項 21 記載の画像符号化装置において、  
 画像をブロックに分割しそのブロック毎のフレーム間差分を算出する手段と、  
 その差分がある閾値を超えることを判定する手段と、  
 閾値を超えたときのみ該当ブロックをエッジ保存性のあるフィルタで処理する手段とを備えたことを特徴とする画像符号化装置。

【請求項 23】 1 又は複数個のフレーム又はフィールドに相当する信号を記憶するフレームメモリを備えた復号ループにフィルタを設けて、入力信号とフレームメモリ間の対応画素でフレーム間符号化を行う画像符号化装置において、  
 動きベクトルを算出する手段と、  
 フレームメモリに記憶された画素値を動きベクトルを考慮して読み出す手段と、  
 前記フレームメモリ出力信号を処理する、エッジ保存性のあるフィルタとを備えたことを特徴とする画像符号化

装置。

【請求項 24】 1 又は複数個のフレーム又はフィールドに相当する信号を記憶するフレームメモリを備えた復号ループにフィルタを設けて、入力信号とフレームメモリ間の対応画素でフレーム間復号化を行う画像復号化装置において、  
 前記フィルタとしてエッジ保存性のあるフィルタを備え、  
 復号信号として、その画像信号平滑化装置で処理した後の画像信号を前記 1 つ前のフレームの画像信号を記憶するフレームメモリに入力することを特徴とする画像復号化装置。

【請求項 25】 請求項 24 記載の画像復号化装置において、  
 画像をブロック毎に分割しそのブロック毎のフレーム間差分を算出する手段と、  
 その差分がある閾値を超えることを判定する手段と、  
 閾値を超えたときのみ該当ブロックをエッジ保存性のあるフィルタで処理する手段とを備えたことを特徴とする画像復号化装置。

【請求項 26】 1 又は複数個のフレーム又はフィールドに相当する信号を記憶するフレームメモリを備えた復号ループにフィルタを設けて、入力信号とフレームメモリ間の対応画素でフレーム間復号化を行う画像復号化装置において、  
 動きベクトルを算出する手段と、  
 フレームメモリに記憶された画素値を動きベクトルを考慮して読み出す手段と、  
 前記フレームメモリ出力信号を処理する、エッジ保存性のあるフィルタとを備えたことを特徴とする画像復号化装置。

【請求項 27】 1 又は複数個のフレーム又はフィールドに相当する信号を記憶するフレームメモリを備えた復号ループにフィルタを設けて、入力信号とフレームメモリ間の対応画素でフレーム間符号化を行う画像符号化方法において、  
 前記フィルタとしてエッジ保存性のあるフィルタを用いて処理を行うステップと、  
 局部復号信号として、その画像信号平滑化装置で処理した後の画像信号を前記 1 つ前のフレームの画像信号を記憶するフレームメモリに入力するステップとを含むことを特徴とする画像符号化方法。

【請求項 28】 請求項 27 記載の画像符号化方法において、  
 画像をブロックに分割し各ブロック毎のフレーム間差分を算出するステップと、  
 その差分がある閾値を超えることを判定するステップと、  
 閾値を超えたときのみ該当ブロックをエッジ保存性のあるフィルタで処理するステップとを含むことを特徴とす

る画像符号化方法。

【請求項29】 1又は複数個のフレーム又はフィールドに相当する信号を記憶するフレームメモリを備えた復号ループにフィルタを設けて、入力信号とフレームメモリ間の対応画素でフレーム間符号化を行う画像符号化方法において、

動きベクトルを算出するステップと、

フレームメモリに記憶された画素値を動きベクトルを考慮して読み出すステップと、

前記フレームメモリ出力信号をエッジ保存性のあるフィルタにより処理するステップとを含むことを特徴とする画像符号化方法。

【請求項30】 1又は複数個のフレーム又はフィールドに相当する信号を記憶するフレームメモリを備えた復号ループにフィルタを設けて、入力信号とフレームメモリ間の対応画素でフレーム間復号化を行う画像復号化方法において、

前記フィルタとしてエッジ保存性のあるフィルタを用いて処理を行うステップと、

復号信号として、その画像信号平滑化装置で処理した後の画像信号を前記1つ前のフレームの画像信号を記憶するフレームメモリに入力するステップとを含むことを特徴とする画像復号化方法。

【請求項31】 請求項30記載の画像復号化方法において、

画像をブロックに分割し各ブロック毎にそのフレーム間差分を算出するステップと、

その差分がある閾値を超えることを判定するステップと、

閾値を超えたときのみ該当ブロックをエッジ保存性のあるフィルタで処理するステップとを含むことを特徴とする画像復号化方法。

【請求項32】 1又は複数個のフレーム又はフィールドに相当する信号を記憶するフレームメモリを備えた復号ループにフィルタを設けて、入力信号とフレームメモリ間の対応画素でフレーム間復号化を行う画像復号化方法において、

動きベクトルを算出するステップと、

フレームメモリに記憶された画素値を動きベクトルを考慮して読み出すステップと、

前記フレームメモリの出力信号をエッジ保存性のあるフィルタにより処理するステップとを含むことを特徴とする画像復号化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ブロック単位で符号化・復号化処理された画像に対して、画素位置別に量子化パラメータと復号画像のブロック活性度に従って強さの異なる平滑化フィルタ処理を行うことで、不自然な雑音を除去した高品質な画像を得ることを特徴とする画

像信号の平滑化処理装置（画像フィルタ）、平滑化処理方法および前記フィルタをポストフィルタあるいはループフィルタとする画像符号化装置、画像符号化方法、画像復号化装置および画像復号化方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】画像信号を高い能率で符号化するため、主にブロック単位で適応的に符号化する動画像符号化・復号化方式およびその装置が従来から多く使われている。

10 代表的なものとして国際電信電話規格（ITU-T

H. 261規格）準拠のテレビ会議システムが一般に使用されている。しかしながら、これらの符号化方式によると、復号画像に量子化誤差によるブロック状の段差（ブロック雑音）が知覚される。また、平坦なバックに文字のように急峻な画素変化があると、その周辺にモスキートノイズと呼ばれる疑似エッジを生じることが知られている。ブロック状の雑音は、ブロックの境界上で不自然な輝度、色等の段差が発生することにより観察されるもので、従来は、この段差を減少させるようなスミングフィルタを復号画像全体あるいはブロック境界に位置する画素に対して使用し、ブロック状雑音を軽減するようにしている。

【0003】図24に前記ITU-T H. 261規格のフレーム間符号化・復号化方式のブロック構成図を示す。この図24はブロック状雑音軽減を施す位置も示している。図24において、11は入力された画像信号10と符号化され復号化されて再構成された1つ前のフレームの画像信号24との差分を生成する減算器であり、その差分は符号化部12（DCT+量子化+ハフマン符号）で符号化される。符号化された誤差信号13は復号部25に伝送されるとともに、局部復号部14（逆ハフマン符号+逆量子化+逆DCT）で再度差分信号に戻される。この差分信号15は符号化部12、局部復号部14での演算誤差を含み、減算器11からの差分とは異なる値となる。

【0004】そして、この差分信号15と1つ前のフレームの画像信号24を加算器16において加算し、画像信号を生成する。この加算結果の画像信号17をフレームメモリ18に記憶し、次の画像信号の入力に備える。これらの動作においては、画像を8×8ドットの大きさに分割したブロック単位で処理が行われる。

【0005】減算器11において入力画像信号10とフレームメモリ18からの1フレーム前の画像信号24との差分をとるとき、一般に動き探索・補償と呼ばれる技術が用いられる。これは動きベクトル検出部19で実行するもので、フレームメモリ18に記憶された信号と入力画像信号の差分をとるとき、フレームメモリ18から1フレーム前の画像信号21を取り出し上下左右にスライドさせて差分をとり、その差分が最も小さくなるスライド量を動きベクトル22として選択し、マルチプレク

サ29aにより符号化された誤差信号13と多重化して復号器側に伝送する。この動きベクトルをフレームメモリ18にアドレス信号として返して動き補償予測信号20を得る。以上が符号化器側の構成である。

【0006】復号器側においては、デマルチプレкса29bにより伝送されてきた信号のなかから差分の信号13を分離して復号部25（逆ハフマン符号+逆量子化+逆DCTおよび動きベクトル抽出）で復号し、動き補償フレームメモリ18に、デマルチプレкса29により分離した動きベクトル22を与えてスライドさせて得た動き補償予測信号20をフレームメモリ18より読み出す。復号部25で復号された差分信号15とフレームメモリ18から読み出された信号20を加算器16で加算し、画像信号（局部復号信号）17を生成する。このようにして符号化され復号化されて再構成された画像信号17に対してポストフィルタ26によりフィルタリングを施す。あるいは、フレームメモリ18からの出力に対してループ内フィルタ23によりフィルタリングを施すことにより、ブロック状雑音を軽減する。このフィルタリングに用いられている従来の手法を以下に挙げる。

【0007】まず、従来例1について説明する。図22に三ツ矢らによる「後置フィルタ処理によるブロック符号化画像の画質改善法の検討」（信学技報IE84-46）の手法を示す。この手法は、得られた復号画像の輝度変化の少ないブロック、言い換えるとブロック境界においてブロック歪が顕在化しやすいブロックに対してのみフィルタリングを行うものであり、ブロック境界にある画素50に対してのみ強い平滑フィルタリングを行う。このフィルタリングは、図21で示す着目画素40とその周辺8画素41～48との9画素による重みの等しい単純平均を取るローパスフィルタ（LPF）によりこれを行うものである。51はブロック内にある画素を示し、52はブロック境界を示す。

$$\sigma_d^2(x,y) = \frac{1}{9} \sum_{i=-1}^{+1} \sum_{j=-1}^{+1} (d(x+i,y+j) - \langle d(x,y) \rangle)^2 \quad \dots (2)$$

【0013】画像ブロック分散（以下、ブロック活性度という）を式（3）で定義する。このブロック活性度は図20に示すような各画像ブロックB<sub>00</sub>～B<sub>22</sub>ごとに定\*

$$\sigma_{bavg}^2 = \frac{1}{64} \sum_{l=0}^{+7} \sum_{k=0}^{+7} \sigma_d^2(x_b+k, y_b+l) \quad \dots (3)$$

(x<sub>b</sub>, y<sub>b</sub>)は画像ブロック番号b<sub>n</sub>に属する左上隅座標値

【0015】m(x, y)、d(x, y)、<d(x, y)>は、それぞれ(x, y)座標における修正された画素値、復号された画素値、局所領域の単純平均画素値である。

【0016】

【数4】

$$m(x,y) = (1-\beta) \langle d(x,y) \rangle + \beta d(x,y) \quad \dots (4)$$

【0008】次に、従来例2について説明する。中島による「MPEG符号化における雑音除去のための後処理方式」（信学技報IE94-7、DSP94-7、1994-04）の手法（以下、中島の手法という）は、復号画素値とその周辺画素値の単純平均との混合割合を、画像の局所活性度、量子化パラメータ、ブロック活性度、ブロック境界との位置関係で適応的に変化させるものである。以下、図を参照しながら解説する。着目画素周辺の局所領域を図21に示す3×3画素の画像領域（以下、局所領域という）とし、σ<sub>b</sub><sup>2</sup>（ブロック活性度）を算出する領域を図20に示すDCT演算を実施する8×8画素の領域（以下、画像ブロックという）とし、復号における量子化パラメータは画像ブロックごとに記憶する。

【0009】復号画像の全画素個々に対して図20に示す局所領域で、局所平均値<d(x, y)>を式（1）で定義する。その総和Σをとるとき、i, jの値により画素が画像領域の範囲外に出る場合はこれに代えて着目画素の値を用いる。なお、d(x, y)は座標(x, y)の復号画素値である。

【0010】

【数1】

$$\langle d(x,y) \rangle = \frac{1}{9} \sum_{i=-1}^{+1} \sum_{j=-1}^{+1} d(x+i,y+j) \quad \dots (1)$$

【0011】次に、式（2）で定義するような各画素ごとの分散（以下、局所活性度という）を局所領域で求める。ここでは、分散の定義として局所領域と式（1）の局所平均の差分の自乗和をとる。これも式（1）と同様に全画素個々に対して定義する。

【0012】

【数2】

\*義する。

【0014】

【数3】

【0017】ここで、βは復号された値と局所領域で平滑化された値の混合割合で、以下の式で定義される。

【0018】

【数5】

$$\beta = \frac{\sigma_d^2(x,y) - \sigma_n^2(x,y)}{\sigma_d^2(x,y)} \quad \dots (5)$$

【0019】画像ブロック内部の画素では

【0020】

【数6】

$$\sigma_n^2(x, y) = \sigma_{bn}^2 \frac{\sigma_{bavg}^2}{\sigma_d^2(x, y)} \quad \dots (6)$$

【0021】画像ブロック境界の画素では

【0022】

【数7】

$$\sigma_n^2(x, y) = \sigma_{bn}^2 \quad \dots (7)$$

【0023】このとき、 $\sigma_{bn}^2$  は、量子化パラメータとブロック活性度を変数とする関数値であり、文献中でグラフで示された実験値である。中島の文献によれば、各種画像ノイズが発生しやすい以下の条件のとき、式

(4)の $\beta$ を変化させ、単純平均の割合を大きくしようとするものである。

【0024】(ア)量子化パラメータが粗いとき、

(イ)ブロック活性度が高いとき、(ウ)画像の一定領域にノイズがあるとき、(エ)画像ブロック内部にシャープなエッジが存在するとき。

【0025】さらに、従来例3について説明する。D. C. WANG, A. H. VAGNUCCI, AND C. C. LI 「Gradient Inverse Weighted Smoothing and the Evaluation of its Performance」 (Comp. Graphics Image Processing, Vol. 15, pp. 167-181, 1981) の手法 (以下、WANGの手法という) は、着目画素と周辺画素との重み付き平均をとるものである。その重み係数は着目画素と周辺画素の差分の絶対値の逆数である。式(8)から式(11)にその定義を行う。なお、 $d(x, y)$  は座標  $(x, y)$  の復号画素値、 $m(x, y)$  は  $(x, y)$  座標における重み付き平均された画素値である。

【0026】

【数8】

$$m(x, y) = \frac{\sum_{i=-1}^{+1} \sum_{j=-1}^{+1} w(i, j) d(x+i, y+j)}{\sum_{i=-1}^{+1} \sum_{j=-1}^{+1} w(i, j)} \quad \dots (8)$$

【0027】ここで、

【0028】

【数9】

$$\Delta D_{ij}(x, y) = |d(x+i, y+j) - d(x, y)| \quad \dots (9)$$

(但し、 $\Delta D_{ij}(x, y) = 0$  のとき、 $\Delta D_{ij}(x, y) = 2$ )

【0029】として、

【0030】

【数10】

$$w(i, j) = \frac{1}{\Delta D_{ij}(x, y)} \quad \dots (10)$$

( $i, j = -1, 0, +1$ )

【0031】ここで、

【0032】

【数11】

$$w(0, 0) = \frac{1}{2} \quad \text{かつ} \quad \sum_{i=-1}^{+1} \sum_{j=-1}^{+1} w(i, j) = \frac{1}{2} \quad \dots (11)$$

( $i, j$  は同時に0でない)

【0033】この手法は、周辺画素との差分値が小さいと重み係数は大きくなり、着目画素のフィルタ後の値が周辺に均一化される。逆に、差分が大きい(エッジが存在する)と重み係数は小さくなり、エッジを保存するフィルタリングになる。

【0034】最後に、従来例4を説明する。この従来例4として、世界電気通信標準化会議において承認されたITU-T勧告H. 261 (以下、H. 261規格という) に用いられているフィルタの手法を記述する。このフィルタが用いられる場所は1フレーム前の画像信号が記憶されたフレームメモリの出力に対してであり、入力された画像信号との差分をとる前である(図24のループ内フィルタ23を参照)。このフレームメモリの出力は、 $8 \times 8$ の画像ブロックごとにフィルタリングされる。

【0035】このフィルタは1次元フィルタを水平、垂直方向に作用させるもので、画像ブロック内部の画素に対しては $1/4$ 、 $1/2$ 、 $1/4$ の係数をもつ非再帰型フィルタである。フィルタ演算に用いる画素が画像ブロックの外に出してしまう場合は、0、1、0の係数をもつ1次元フィルタとして作用させる。図23に $8 \times 8$ の画像ブロックの各点の位置におけるフィルタ係数を示す。61は四隅におけるフィルタ係数、62は上下端におけるフィルタ係数、63は左右端におけるフィルタ係数、64は内部領域におけるフィルタ係数である。上下端、左右端にはそれぞれ6個の画素があり、内部領域には36個の画素があるが、フィルタ係数はずらせて適用するものとする。

【0036】

【発明が解決しようとする課題】上記の従来構成の基本的なフィルタは、復号画像全体に一律なフィルタをかけるために、ブロック雑音以外の画像が本来もっているエッジ情報を削減することになる。また、三ツ矢らの手法でブロック境界にのみフィルタをかける場合、もともとブロック境界上に連続した線分が横切っていると、連続した線分がブロック境界上でのみぼけることになる。そのためブロック境界上で観察者に不自然な印象を与える。

【0037】また、中島の手法は復号画素値とその周辺

の画素値の単純平均の混合であるので、画像ブロック内部のエッジ情報をばかすフィルタリングとなる。さらに、式(4)で定義されているように、ブロック境界でエッジ保存性の無いフィルタ割合を強くするので三ツ矢らと同様な問題が生じる。

【0038】また、エッジ保存性のあるWANGの手法は着目画素の重み係数が $1/2$ に固定されており同一画像に対して複数回の処理が必要となる。また、式(9)の画素差分値 $\Delta D_{ij}$ が0となる場合の重み係数の置き換えは、その重み係数を小さく評価することになる。本手法はブロックに分割されるときに発生する、ブロック境界でのブロック雑音現象を考慮していないので、ブロック境界の段差をエッジと誤認識して処理する可能性がある。

【0039】さらに、H. 261規格のフィルタもやはりエッジ保存性の無いフィルタであるため、復号画像がぼけていく欠点を有している。

【0040】本発明は上記の課題を解決するもので、画面全体の解像度の低下を抑えながら、復号画像品質の劣化を軽減することができる画像信号平滑化装置、画像信号平滑化方法、画像符号化装置、画像復号化装置、画像符号化方法、および画像復号化方法を提供することを目的としている。

【0041】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1の画像信号平滑化装置は、サンプリングされデジタル化された画像信号に対し、着目画素とその周辺画素の重み付け平均でフィルタリング処理を行う平滑化フィルタを適用して平滑化処理を行う画像信号平滑化装置において、着目画素値とその周辺画素値の差分を検出する手段と、その差分の絶対値をとる手段と、前記差分検出絶対値に非負の値(m)を加算する手段と、その加算後の値の逆数(重み係数)を取る手段と、その逆数を取った後の値に周辺画素値を乗算する手段と、その乗算した後の値の総和(A)を取る手段と、前記逆数(重み係数)のみの総和(B)を取る手段と、前記重み係数の総和(B)で前記総和(A)を除算して正規化( $A/B$ )する手段とを備えるようにしたものである。

【0042】また、本発明の請求項2の画像信号平滑化装置は、請求項1の画像信号平滑化装置において、フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、前記着目画素とその周辺画素の差分値に加える非負の値を、画像信号の各ブロックを符号化または復号化するとき用いられた量子化特性に代表される各ブロックごとの量子化パラメータの粗さに応じて適応的に変化させる手段とを備えるようにしたものである。

【0043】また、本発明の請求項3の画像信号平滑化装置は、請求項1の画像信号平滑化装置において、フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、ブロックごとに画素の変化の度合いを表すブロック活性度を

算出する手段と、そのブロック活性度に応じて前記着目画素とその周辺画素の差分値に加える非負の値を適応的に変化させる手段とを備えるようにしたものである。

【0044】また、本発明の請求項4の画像信号平滑化装置は、請求項1の画像信号平滑化装置において、フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出する手段と、着目画素がブロック境界に位置する際にその点に接する隣接ブロックのブロック活性度(隣接ブロック活性度)を検出する手段と、前記隣接ブロック活性度に応じて前記着目画素とその周辺画素の差分値に加える非負の値を適応的に変化させる手段とを備えるようにしたものである。

【0045】また、本発明の請求項5の画像信号平滑化装置は、請求項1の画像信号平滑化装置において、フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、画像信号の各ブロック毎に前記平滑化処理された信号値と平滑化処理する前の信号値を混合する手段と、画像信号の各ブロックを符号化・復号化するとき用いられた量子化特性に代表される各ブロックごとの量子化パラメータの粗さに応じて前記混合割合を適応的に変化させる手段とを備えるようにしたものである。

【0046】また、本発明の請求項6の画像信号平滑化装置は、請求項1の画像信号平滑化装置において、フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、画像信号の各ブロック毎に前記平滑化処理された信号値と平滑化処理する前の信号値を混合する手段と、画像信号の各ブロックの活性度に応じて前記混合割合を適応的に変化させる手段とを備えるようにしたものである。

【0047】また、本発明の請求項7の画像信号平滑化装置は、請求項1の画像信号平滑化装置において、フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、画像信号の各ブロック毎に前記平滑化処理された信号値と平滑化処理する前の信号値を混合する手段と、着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出する手段と、着目画素がブロック境界に接する位置にあるときその画素に接する隣接ブロックの隣接ブロック活性度に応じて前記混合割合を適応的に変化させる手段とを備えるようにしたものである。

【0048】また、本発明の請求項8の画像信号平滑化装置は、サンプリングされデジタル化された画像信号に対して平滑化フィルタにより平滑化処理を施す装置において、フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、着目画素がブロック境界の位置に存在するか否かを検出する手段と、着目画素がブロック境界に存在するならばエッジ保存性を弱めたフィルタリングを行う手段と、着目画素がブロック内部に存在するならばエッジ保存性のあるフィルタリングを行う手段とを備えるようにしたものである。

【0049】また、本発明の請求項9の画像信号平滑化



装置は、請求項 8 の画像信号平滑化装置において、フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出する手段と、着目画素値とその周辺の画素値より着目点の活性度を算出する手段と、前記着目点がブロック境界に位置する場合前記着目点の活性度に応じてフィルタのエッジ保存性の強さを適応的に変化させる手段とを備えるようにしたものである。

【0050】また、本発明の請求項 10 の画像信号平滑化装置は、請求項 8 の画像信号平滑化装置において、10 フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出する手段と、着目画素が存在しているブロック境界が水平、垂直のどちらに連続しているかを検出する手段と、着目画素が属するブロック境界の方向に応じてエッジ保存性の強さを適応的に変化させる手段とを備えるようにしたものである。

【0051】また、本発明の請求項 11 の画像信号平滑化方法によれば、サンプリングされデジタル化された画像信号に対し、着目画素とその周辺画素の重み付け平均20 でフィルタリング処理を行う平滑化フィルタを適用して平滑化処理を行う画像信号平滑化方法において、着目画素値とその周辺画素値の差分を検出するステップと、その差分の絶対値をとるステップと、前記差分検出絶対値に非負の値 (m) を加算するステップと、その加算後の値の逆数 (重み係数) を取るステップと、その逆数を取った後の値に周辺画素値を乗算するステップと、その乗算した後の値の総和 (A) を取るステップと、前記逆数 (重み係数) のみの総和 (B) を取るステップと、前記重み係数の総和 (B) で前記総和 (A) を除算して正規30 化 (A/B) するステップとを含むようにしたものである。

【0052】また、本発明の請求項 12 の画像信号平滑化方法は、請求項 11 の画像信号平滑化方法において、フィルタリングすべき画像をブロック分割するステップと、前記着目画素とその周辺画素の差分値に加える非負の値を、画像信号の各ブロックを符号化・復号化するとき10 に用いられた量子化特性に代表される各ブロックごとの量子化パラメータの粗さに応じて適応的に変化させるステップとを含むようにしたものである。

【0053】また、本発明の請求項 13 の画像信号平滑化方法は、請求項 11 の画像信号平滑化方法において、40 フィルタリングすべき画像をブロック分割するステップと、ブロックごとに画素の変化の度合いを表すブロック活性度を算出するステップと、そのブロック活性度に応じて前記着目画素とその周辺画素の差分値に加える非負の値を適応的に変化させるステップとを含むようにしたものである。

【0054】また、本発明の請求項 14 の画像信号平滑化方法は、請求項 11 の画像信号平滑化方法において、50

フィルタリングすべき画像をブロック分割するステップと、着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出するステップと、着目画素がブロック境界に位置する際にその点に接する隣接ブロックのブロック活性度 (隣接ブロック活性度) を検出するステップと、前記隣接ブロック活性度に応じて前記着目画素とその周辺画素の差分値に加える非負の値を適応的に変化させるステップとを含むようにしたものである。

【0055】また、本発明の請求項 15 の画像信号平滑化方法は、請求項 11 の画像信号平滑化方法において、10 フィルタリングすべき画像をブロック分割するステップと、画像信号の各ブロック毎に前記平滑化処理された信号値と平滑化処理する前の信号値を混合するステップと、画像信号の各ブロックを符号化・復号化するとき15 に用いられた量子化特性に代表される各ブロックごとの量子化パラメータの粗さに応じて前記混合割合を適応的に変化させるステップとを含むようにしたものである。

【0056】また、本発明の請求項 16 の画像信号平滑化方法は、請求項 11 の画像信号平滑化方法において、20 フィルタリングすべき画像をブロック分割するステップと、画像信号の各ブロック毎に前記平滑化処理された信号値と平滑化処理する前の信号値を混合するステップと、画像信号の各ブロックの活性度に応じて前記混合割合を適応的に変化させるステップとを含むようにしたものである。

【0057】また、本発明の請求項 17 の画像信号平滑化方法は、請求項 11 の画像信号平滑化方法において、30 フィルタリングすべき画像をブロック分割するステップと、画像信号の各ブロック毎に前記平滑化処理された信号値と平滑化処理する前の信号値を混合するステップと、着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出するステップと、着目画素がブロック境界に接する位置にあるときその画素に接する隣接ブロックの隣接ブロック活性度に応じて前記混合割合を適応的に変化させる40 ステップとを含むようにしたものである。

【0058】また、本発明の請求項 18 の画像信号平滑化方法は、サンプリングされデジタル化された画像信号に対して平滑化フィルタにより平滑化処理を施す方法において、フィルタリングすべき画像をブロック分割する50 ステップと、着目画素がブロック境界の位置に存在するか否かを検出するステップと、着目画素がブロック境界に存在するならばエッジ保存性を弱めたフィルタリングを行うステップと、着目画素がブロック内部に存在するならばエッジ保存性のあるフィルタリングを行うステップとを含むようにしたものである。

【0059】また、本発明の請求項 19 の画像信号平滑化方法は、請求項 18 の画像信号平滑化方法において、60 フィルタリングすべき画像をブロック分割するステップと、着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出するステップと、着目画素値とその周辺の画素値より着

目点の活性度を算出するステップと、前記着目点がブロック境界に位置する場合前記着目点の活性度に応じてフィルタのエッジ保存性の強さを適応的に変化させるステップとを含むようにしたものである。

【0060】また、本発明の請求項20の画像信号平滑化方法は、請求項18の画像信号平滑化方法において、フィルタリングすべき画像をブロック分割するステップと、着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出するステップと、着目画素が存在しているブロック境界が水平、垂直のどちらに連続しているかを検出するステップと、着目画素が属するブロック境界の方向に応じてエッジ保存性の強さを適応的に変化させるステップとを含むようにしたものである。

【0061】また、本発明の請求項21の画像符号化装置は、1又は複数個のフレーム又はフィールドに相当する信号を記憶するフレームメモリを備えた復号ループにフィルタを設けて、入力信号とフレームメモリ間の対応画素でフレーム間符号化を行う画像符号化装置において、前記フィルタとしてエッジ保存性のあるフィルタを備え、局部復号信号として、その画像信号平滑化装置で処理した後の画像信号を前記1つ前のフレームの画像信号を記憶するフレームメモリに入力するようにしたものである。

【0062】また、本発明の請求項22の画像符号化装置は、請求項21の画像符号化装置において、画像をブロックに分割しそのブロック毎のフレーム間差分を算出する手段と、その差分がある閾値を超えることを判定する手段と、閾値を超えたときのみ該当ブロックをエッジ保存性のあるフィルタで処理する手段とを備えるようにしたものである。

【0063】また、本発明の請求項23の画像符号化装置は、1又は複数個のフレーム又はフィールドに相当する信号を記憶するフレームメモリを備えた復号ループにフィルタを設けて、入力信号とフレームメモリ間の対応画素でフレーム間符号化を行う画像符号化装置において、動きベクトルを算出する手段と、フレームメモリに記憶された画素値を動きベクトルを考慮して読み出す手段と、前記フレームメモリ出力信号を処理する、エッジ保存性のあるフィルタとを備えるようにしたものである。

【0064】また、本発明の請求項24の画像復号化装置は、1又は複数個のフレーム又はフィールドに相当する信号を記憶するフレームメモリを備えた復号ループにフィルタを設けて、入力信号とフレームメモリ間の対応画素でフレーム間復号化を行う画像復号化装置において、前記フィルタとしてエッジ保存性のあるフィルタを備え、復号信号として、その画像信号平滑化装置で処理した後の画像信号を前記1つ前のフレームの画像信号を記憶するフレームメモリに入力するようにしたものである。

【0065】また、本発明の請求項25の画像復号化装置は、請求項24の画像復号化装置において、画像をブロック毎に分割しそのブロック毎のフレーム間差分を算出する手段と、その差分がある閾値を超えることを判定する手段と、閾値を超えたときのみ該当ブロックをエッジ保存性のあるフィルタで処理する手段とを備えるようにしたものである。

【0066】また、本発明の請求項26の画像復号化装置は、1又は複数個のフレーム又はフィールドに相当する信号を記憶するフレームメモリを備えた復号ループにフィルタを設けて、入力信号とフレームメモリ間の対応画素でフレーム間復号化を行う画像復号化装置において、動きベクトルを算出する手段と、フレームメモリに記憶された画素値を動きベクトルを考慮して読み出す手段と、前記フレームメモリ出力信号を処理する、エッジ保存性のあるフィルタとを備えるようにしたものである。

【0067】また、本発明の請求項27の画像符号化方法は、1又は複数個のフレーム又はフィールドに相当する信号を記憶するフレームメモリを備えた復号ループにフィルタを設けて、入力信号とフレームメモリ間の対応画素でフレーム間符号化を行う画像符号化方法において、前記フィルタとしてエッジ保存性のあるフィルタを用いて処理を行うステップと、局部復号信号として、その画像信号平滑化装置で処理した後の画像信号を前記1つ前のフレームの画像信号を記憶するフレームメモリに入力するステップとを含むようにしたものである。

【0068】また、本発明の請求項28の画像符号化方法は、請求項27の画像符号化方法において、画像をブロックに分割し各ブロック毎のフレーム間差分を算出するステップと、その差分がある閾値を超えることを判定するステップと、閾値を超えたときのみ該当ブロックをエッジ保存性のあるフィルタで処理するステップとを含むようにしたものである。

【0069】また、本発明の請求項29の画像符号化方法は、1又は複数個のフレーム又はフィールドに相当する信号を記憶するフレームメモリを備えた復号ループにフィルタを設けて、入力信号とフレームメモリ間の対応画素でフレーム間符号化を行う画像符号化方法において、動きベクトルを算出するステップと、フレームメモリに記憶された画素値を動きベクトルを考慮して読み出すステップと、前記フレームメモリ出力信号をエッジ保存性のあるフィルタにより処理するステップとを含むようにしたものである。

【0070】また、本発明の請求項30の画像復号化方法は、1又は複数個のフレーム又はフィールドに相当する信号を記憶するフレームメモリを備えた復号ループにフィルタを設けて、入力信号とフレームメモリ間の対応画素でフレーム間復号化を行う画像復号化方法において、前記フィルタとしてエッジ保存性のあるフィルタを

用いて処理を行うステップと、復号信号として、その画像信号平滑化装置で処理した後の画像信号を前記1つ前のフレームの画像信号を記憶するフレームメモリに入力するステップとを含むようにしたものである。

【0071】また、本発明の請求項31の画像復号化方法は、請求項30の画像復号化方法において、画像をブロックに分割し各ブロック毎にそのフレーム間差分を算出するステップと、その差分がある閾値を超えることを判定するステップと、閾値を超えたときのみ該当ブロックをエッジ保存性のあるフィルタで処理するステップとを含むようにしたものである。

【0072】また、本発明の請求項32の画像復号化方法は、1又は複数個のフレーム又はフィールドに相当する信号を記憶するフレームメモリを備えた復号ループにフィルタを設けて、入力信号とフレームメモリ間の対応画素でフレーム間復号化を行う画像復号化方法において、動きベクトルを算出するステップと、フレームメモリに記憶された画素値を動きベクトルを考慮して読み出すステップと、前記フレームメモリの出力信号をエッジ保存性のあるフィルタにより処理するステップとを含むようにしたものである。

【0073】

【発明の実施の形態】

(実施の形態1) 以下、本発明の実施の形態1について図1ないし図20を参照しながら説明する。

【0074】本実施の形態1は画面全体の解像度の低下を抑えながら、復号画像品質の劣化を軽減することを実現するために、復号された着目画素と周辺画素との差分値にある非負の値を加えた上で、逆数を取り、その逆数を重みとするようなエッジ保存性のある平滑化フィルタを用いるようにしたものであり、この平滑化フィルタによれば、差分値の逆数で平滑化するので、着目画素が孤立点ならば周辺画素全てと差分値が大きく、周辺全てが同じような重みとなる。着目画素の隣にエッジが存在する場合は、着目画素とエッジの差分は大きくなるが、エッジ以外の周辺画素との差分は小さい。したがって、エッジ側の重みが小さい重み平均をとる構成になり、連続したエッジはこの構成で保存でき、孤立点は平滑することができる。重み係数算出において逆数をとる前の非負の加える値を制御することで、量子化誤差のみでなくある値以下の雑音も消去することができる。また、この平滑化フィルタを用いたことによりブロック境界に生じる歪を大幅に軽減でき、視覚上大きな画質改善効果を得ることができる。また、復号化パラメータの粗さと画像信号の活性度に応じて平滑フィルタの特性を変えて平滑処理するので、復号画像全体の解像度の低下を少なくでき、視覚的に見やすい高品質な復号画像を得ることができる。

【0075】図1は本発明に係る画像符号化・復号化装置のブロック図であり、従来技術で説明した構成に加え

てループ内フィルタ23およびポストフィルタ26の位置を示している。

【0076】また、図2は図1のループ内フィルタ23またはポストフィルタ26に内蔵する平滑フィルタのブロック構成を示す。図2において、231は着目画素値と周辺画素値の差分を検出する差分器であり、その差分は絶対値器232で絶対値がとられる。その絶対値は加算器233で非負の値 $m$ と加算され、その加算値は逆数器234で逆数がとられて重み係数となる。その重み係数は乗算器235で周辺画素値と乗算され、その乗算値は総和器236で総和がとられる。また重み係数は総和器237で総和がとられ、総和器236でとられた総和は除算器238で総和器237でとられた総和により除算されてスムージングされた画素値が得られる。

【0077】また、図3は図2の平滑フィルタに付加される構成を示す。図3において、2331はフィルタリングすべき画像をブロック分割する画像ブロック分割器であり、そのブロック分割された画像毎の量子化パラメータが量子化パラメータ算出器2332で算出され、その量子化パラメータの粗さに応じて非負加算値可変器2333は図2の加算器233で加算すべき非負の値 $m$ を可変する。

【0078】また、図4は図2の平滑フィルタに付加される構成を示す。図4において、2334はブロック分割された画像毎の活性度を算出するブロック活性度算出器であり、そのブロック活性度に応じて非負加算値可変器2333は図2の加算器233で加算すべき非負の値 $m$ を可変する。

【0079】また、図5は図2の平滑フィルタに付加される構成を示す。図5において、2335は着目画素がブロック境界の位置にあることを検出する画素位置検出器であり、その着目画素がブロック境界の位置にあれば、ブロック活性度算出器2334はその点に隣接するブロック活性度を検出し、そのブロック活性度に応じて非負加算値可変器2333は図2の加算器233で加算すべき非負の値 $m$ を可変する。

【0080】また、図6は図2の平滑フィルタに付加される構成を示す。図6において、2332は画像信号の各ブロック毎の量子化パラメータを算出する量子化パラメータ算出器であり、その各ブロック毎の量子化パラメータの粗さに応じて信号混合器2336は画像信号の各ブロック毎に平滑化された信号値と平滑化処理する前の信号値を混合する割合を適応的に変化させる。

【0081】また、図7は図2の平滑フィルタに付加される構成を示す。図7において、2334は画像信号の各ブロック毎の活性度を算出するブロック活性度算出器であり、その各ブロック毎の活性度に応じて信号混合器2336は画像信号の各ブロック毎に平滑化された信号値と平滑化処理する前の信号値を混合する割合を適応的に変化させる。

【0082】また、図8は図2の平滑フィルタに付加される構成を示す。図8において、2335は着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出する画素位置検出器であり、その着目画素がブロック境界に接する位置にあるときに信号混合器2336は画像信号の各ブロック毎に平滑化された信号値と平滑化处理する前の信号値を混合する割合を適応的に変化させる。

【0083】また、図9は図2の平滑フィルタの構成を示す。図9において、2335は着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出する画素位置検出器であり、その着目画素がブロック境界の位置にある場合、エッジ保存性を弱めた平滑フィルタリングを行うフィルタ回路2337を選択し、その着目画素がブロックの内部に存在する場合エッジ保存性のある平滑フィルタリングを行うフィルタ回路2338を選択する。

【0084】また、図10は図2の平滑フィルタの構成を示す。図10において、2335は着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出する画素位置検出器であり、その着目画素がブロック境界の位置にある場合、活性度算出器2340は着目画素とその周辺の画素値より着目点の活性度を算出し、その活性度に応じてエッジ保存性を弱めた平滑フィルタリングを行うフィルタ回路2337を選択するかあるいはエッジ保存性のある平滑フィルタリングを行うフィルタ回路2338を選択する。

【0085】また、図11は図2の平滑フィルタの構成を示す。図11において、2335は着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出する画素位置検出器であり、その着目画素がブロック境界の位置にある場合、境界連続方向検出器2341は着目画素が属するブロック境界が水平、垂直のどちらに連続しているかを検出し、着目画素が属するブロックの方向に応じてエッジ保存性を弱めた平滑フィルタリングを行うフィルタ回路2337を選択するかあるいはエッジ保存性のある平滑フィルタリングを行うフィルタ回路2338を選択する。

【0086】また、図12は図1の画像符号化・復号化装置あるいは図2ないし図11の平滑フィルタをソフト

ウェアで実現する場合の構成を示す。図12において、300は画像データを入力する画像入力部であり、その画像データはバス150を介して直接CPU100に入力されるか、あるいは画像メモリ200に一旦記憶された後、画像メモリ200から読み出されてCPU100に入力される。このCPU100に入力された画像データはソフトウェアによって処理され、バス150を介して直接画像出力部400に入力されるか、あるいは画像メモリ200に一旦記憶された後、画像メモリ200から読み出されて画像出力部400に入力される。

【0087】以下では、従来技術の説明で定義された類似式も本実施の形態1の手法の定義を明確にするために再度定義する。着目画素周辺の局所領域を図21に示す3×3画素の画像領域（以下、局所領域という）とし、 $\sigma_b^2$ （ブロック活性度）を算出する領域は図20に示すDCT演算を実施する8×8画素の領域（以下、画像ブロックという）とし、復号における量子化パラメータは画像ブロックごとに記憶する。

【0088】復号画像の全画素個々に対して図21に示す局所領域で、局所平均値 $\langle d(x, y) \rangle$ を式(12)で定義する。その総和 $\Sigma$ をとるとき、 $i, j$ の値により画像領域の範囲外に出る場合は着目画素の値をとる。 $d(x, y)$ は座標 $(x, y)$ の復号画素値である。

【0089】

【数12】

$$\langle d(x, y) \rangle = \frac{1}{9} \sum_{i=-1}^{+1} \sum_{j=-1}^{+1} d(x+i, y+j) \quad \dots (12)$$

【0090】次に、式(13)で定義するような各画素ごとの分散（以下、局所活性度という）を局所領域で求める。ここでは、分散の定義に局所領域と式(12)の局所平均の差分の自乗和をとる。これも式(12)と同様に全画素個々に対して定義する（請求項9で使用）。

【0091】

【数13】

$$\sigma_d^2(x, y) = \frac{1}{9} \sum_{i=-1}^{+1} \sum_{j=-1}^{+1} (d(x+i, y+j) - \langle d(x, y) \rangle)^2 \quad \dots (13)$$

【0092】画像ブロック分散（以下、ブロック活性度という）を式(14)で定義する。ブロック活性度は図20に示すような各ブロックごとに定義する（請求項

\*3, 13, 4, 14, 6, 16, 7, 17で使用）。

【0093】

【数14】

$$\sigma_b^2(b_n) = \frac{1}{64} \sum_{l=0}^{+7} \sum_{k=0}^{+7} \sigma_d^2(x_b+k, y_b+l) \quad \dots (14)$$

$(x_b, y_b)$ は画像ブロック番号 $b_n$ に属する左上隅座標値)

【0094】 $m(x, y)$ 、 $d(x, y)$ 、 $s(x, y)$ は、それぞれ $(x, y)$ 座標における修正された画素値、復号された画素値、局所領域でスムージングされ

た画素値である。

【0095】

【数15】

23

$$m(x, y) = (1 - \lambda) d(x, y) + \lambda s(x, y) \quad \dots (15)$$

【0096】ここで、 $\lambda$ は復号された値と局所領域で平滑化された値の混合割合で、以下の式(16)～(18)で定義される。QPは復号における量子化パラメータ、 $\sigma_b^2$ は式(14)で算出されるブロック活性度である。量子化パラメータが大きいと量子化誤差が生じやすく、また復号画像のブロック活性度が大きいと画素値の段差が数多く存在するので平滑化特性を強くする構成としている(請求項5, 15, 6, 16に該当)。

【0097】これにより、画像ブロック毎に、画素毎の性質によりフィルタリング特性を変化させることができる。また、量子化パラメータが1の場合、量子化誤差が生じないので、最終的なフィルタリングの後の値は平滑化処理する前の信号そのままよく、混合割合を量子化パラメータで制御する構成を有することにより、平滑化された信号値をフィルタリングに使用しないようにすることができる。これにより、フィルタリング処理をスキップすることができ、装置をCPUやDSPにより構成した場合、その処理時間を短縮することができる。

【0098】また、ブロック活性度の低い平坦なブロックの場合、平滑化された平坦な信号をより多く最終的なフィルタリング値に含ませることで、平坦なブロックで目につきやすい雑音を除去できる。

【0099】

【数16】

$$\lambda = \sqrt{\left( \frac{QP[bn]}{31} \times \frac{\sigma_b^2[bn]}{\delta_1} \right)} \quad \dots (16)$$

【0100】式(15)で定義される右辺第2項  $s(x, y)$  のスムージングには座標  $(x, y)$  における復号値  $d(x, y)$  を含んでいない。式(18)、式(21)の定義よりスムージング後の画素値  $s(x, y)$  に着目点  $d(x, y)$  の画素値は含まれない。そこで、 $\lambda$ のとり値の範囲を以下の範囲とする。

【0101】

【数17】

$$0 \leq \lambda \leq \lambda_{\max} \quad \dots (17)$$

【0102】式(16)の $\lambda$ が式(17)で定義する範囲の値でアンダーフロー／オーバーフローした場合はそれぞれ最小／最大値で固定する。

【0103】次に、式(15)で用いた右辺第2項スムージングの画素値算出の定義を行う。スムージングは、式(21)で定義される重みに従って、周辺画素の重み平均をとることである。この重みは画素値の差分の逆数で定義するので、画素値の差分が大きいエッジのようところは平滑化に影響を与えない。すなわち、エッジが保存されるような平滑化を行う。

【0104】

【数18】

24

$$s(x, y) = \frac{\sum_{i=-1}^{+1} \sum_{j=-1}^{+1} w(i, j) d(x+i, y+j)}{\sum_{i=-1}^{+1} \sum_{j=-1}^{+1} w(i, j)} \quad \dots (18)$$

【0105】また、座標  $(x, y)$  の周辺画素との差分を局所領域でとり、各画素との差分の絶対値に正規化のための非負の数  $m$  の項を加える。この項の作用により  $d(x, y) - d(x+i, y+j) = 0$  であっても式(21)が無大になることはない。

【0106】しかも、この項の作用で周辺画素との差分値が  $m$  以下の場合、周辺画素の単純平均に近い値を算出することになる(請求項1, 11に該当)。

【0107】これにより、上述のように、差分値の逆数で平滑化を行うので、連続したエッジはこの構成で保存でき、孤立点は平滑化することができる。また、非負の値を加えることで、逆数をとったときの演算結果が無大になるのを避けることができる。

【0108】

【数19】

$$\Delta D_{ij}(x, y) = |d(x+i, y+j) - d(x, y)| + m \quad \dots (19)$$

【0109】右辺第2項の  $m$  の値が大きいとエッジ保存効果の画素値差分(右辺第1項)をマスクするように作用する。このマスク値は固定値でも可能であるが、量子化誤差の変動を反映できるように、式(20)のような量子化パラメータで制御する(請求項2, 12に該当)。これにより、量子化誤差が拡大することに伴い拡大する雑音を消去することができる。

【0110】

【数20】

$$m = \frac{QP[bn]}{2} \quad \dots (20)$$

【0111】

【数21】

$$w(i, j) = \frac{1}{\Delta D_{ij}(x, y)} \quad \dots (21)$$

$$(i, j = -1, 0, +1)$$

$$(w(0, 0) = 0)$$

【0112】ブロック歪を生じている場合には、ブロック内部は局所活性度  $\sigma_d^2 = 0$  であるが、ブロック境界上の画素は、周辺画素が隣接ブロックに接し段差が生じているので局所活性度  $\sigma_d^2$  が大きい。しかし、ブロックで平均化されるので、このような状況ではブロック活性度  $\sigma_b^2$  がある閾値  $\delta_2$  より小さくなっている。ブロック歪を強く消去するために式(16)、(17)で算出された  $\lambda$  に、追加の制限事項を定める(請求項3, 13, 6, 16に該当)。これにより、雑音と認識する幅を拡大し、平坦な平滑化特性を強くし、雑音が認識されないようにすることができる。

【0113】

【数22】

 $\sigma_{b^2}[bn] \leq \delta_2$  ならば、 $m = QP[bn]$ ,  $\lambda = \lambda_{max}$  ... (22)

【0114】また、着目画素がブロック境界に位置し、下記(ア)、(イ)の条件ならば同様に平滑特性を強くする。本条件によりブロック内部ではエッジ保存性の強いフィルタリングとなり、ブロック境界ではエッジ保存性の弱いフィルタリングとなる(ア)は請求項4、14、7、17に、(イ)は請求項9、19に該当)。

【0115】これにより、画像が平坦なブロックに隣接する場合、隣接ブロックがブロック活性度の低い平坦なことを検出して、平坦なブロックに接する点の平滑化特性の平坦度を高め、生じるべき境界段差をばかすことができる。また、画像がブロック活性度の低い平坦なブロックに隣接する場合、その隣接ブロックが平坦なことを検出して、平坦なブロックに接する点のフィルタリング特性の平坦度を高め、生じるべき境界をばかすことができる。また、着目点がブロック境界に位置しかつ着目点の活性度が高い場合、平滑特性の平坦度を高めるとともに、フィルタリング特性における平滑特性の割合を大きくすることで、生じるべき段差を消去できる。

【0116】

【数23】

 $m = QP[bn]$ ,  $\lambda = \lambda_{max}$  ... (23)

【0117】(ア)着目画素が接する画像ブロックの隣接ブロックのブロック活性度が、ある閾値 $\delta_2$ より低い場合。式(22)の判定では、着目画素の属するブロックの活性度のみを判定しており、本条件は隣接するブロックの活性度を判定している。

【0118】図20の30が着目画素ならば隣接ブロックは31である。

(イ)着目画素の局所活性度がある閾値 $\delta_3$ より高い場合。これは、直交変換(DCT変換)の高い周波数成分で生成された波形が、ブロック境界において寸断されて、隣のブロックとの間で段差が生じている場合に相当する。

【0119】閾値 $\lambda_{max}$ 、 $\delta_1$ 、 $\delta_2$ 、 $\delta_3$ の一例を示す。

【0120】

【数24】

 $\lambda_{max} = 0.75$  ... (24)

【0121】

 $i = 0, j = -1, +1$  のとき、 $m(i, j) = 2 \times QP[bn]$  ... (31)

【0132】同様に、垂直方向のブロック雑音ならば、\* 【数32】

【0133】

 $i = -1, +1, j = 0$  のとき、 $m(i, 0) = 2 \times QP[bn]$  ... (32)

【0134】この構成で、ブロック雑音に平行する着目画素の両隣の画素の重み係数は小さく評価されるので、ブロック雑音の方向に対して垂直方向のフィルタ特性が強く作用することになり、ブロック境界の方向に垂直な

【数25】

$$\delta_1 = \frac{\sigma_{pic}}{25} \times \sigma_{pic} \quad \dots (25)$$

【0122】

【数26】

$\delta_2 = 75$  輝度(Y)に対して  
 $= 30$  色相(U, V)に対して ... (26)

【0123】

【数27】

$$\delta_3 = 35 \times \sigma_{pic} \quad \dots (27)$$

【0124】

【数28】

$$\sigma_{pic} = \frac{1}{M \times N} \sum_M \sum_N \sigma_{b^2}[bn] \quad \dots (28)$$

【0125】ここで、 $\sigma_{pic}$ はブロック活性度を画像全体で平均したものである。Mは水平方向のブロック数、Nは垂直方向のブロック数である。

【0126】画像が $8 \times 8$ でブロック分割されているとき、座標(x, y)のxが8の倍数、またはxの8の剰余が7ならば垂直方向に連続したブロック境界が存在する。

【0127】同様にyが8の倍数、またはyの8の剰余が7ならば水平方向に連続したブロック境界が存在する。条件

(ウ)着目画素がブロック境界に属し、局所活性度が $\delta_3$ より高い場合、ブロック境界にブロック雑音が発生していると判定されるので、式(19)、(20)を以下の式に再定義する(請求項10、20に該当)。

【0128】

【数29】

$$\Delta D_g(x, y) = |d(x+i, y+j) - d(x, y)| + m(i, j) \quad \dots (29)$$

【0129】

【数30】

$$m(i, j) = QP[bn] \quad \dots (30)$$

$$(i, j) = -1, 0, +1$$

【0130】水平方向に連続するブロック境界が存在する座標で、(ウ)の条件ならば水平方向のブロック雑音が存在するので、着目画素と水平方向に隣接する画素からの平滑特性を弱くする。

【0131】

【数31】

$$\dots (31)$$

\* 【数32】

エッジを強く保存しながらブロック雑音を消去することができる。これにより、画像信号の重要要素であるエッジをより多く残しながら、フィルタリングを実行することが可能となる。

【0135】以上の、図1のフィルタ23または26の動作を、図12の装置の実際の計算手順である図13ないし図18のフローチャートに従って説明する。

【0136】ステップS1：画像信号の全画素に対して式(12)に基づいて復号画像の全画素個々に局所平均値 $d(x, y)$ を算出する。

【0137】ステップS2：同様に式(13)に基づいて局所活性度 $\sigma_d^2(x, y)$ を算出する。

【0138】ステップS3：各 $8 \times 8$ ドットの画像ブロックごとに式(14)に基づいてブロック活性度 $\sigma_b^2[bn]$ を算出するとともに、量子化パラメータQP[bn]の読み込みを行う。

【0139】ステップS4, S5, S25：画像ブロックすべてについてループを回す。各ループにおいて、個々のブロックに対して以下の計算を実施する。

【0140】ステップS6：混合割合 $\lambda$ を式(16)に基づいて算出する。このとき、 $\delta_1$ はある一定の値である。

【0141】ステップS7：非負の値 $m$ を式(20)に基づいて定める。

【0142】ステップS8, S9：混合割合 $\lambda$ が制限範囲を超える場合は、 $\lambda$ を $\lambda_{\max}$ に制限する(式(17))。

【0143】ステップS10, S11：ステップS3で計算した画像ブロックのブロック活性度 $\sigma_b^2[bn]$ がある閾値 $\delta_2$ 以下の場合、式(22)のとおり、 $\lambda = \lambda_{\max}$ 、 $m = QP[bn]$ に置き換える。

【0144】ステップS12, S13, S14, S21, S22, S23, S24：画像ブロック内のすべての画素についてループを回す。変数 $k$ ,  $l$ はそれぞれ $x, y$ 方向の増分で、画像ブロックの大きさが $8 \times 8$ であるので、0から7の範囲で増加する。 $x_b, y_b$ は着目画像ブロックの左上隅座標である。

【0145】ステップS16：変数 $k, l$ が0あるいは7であるとき、着目画素は図20の丸点のようにブロック境界に存在する。この判断を行う。

【0146】ステップS26, S27, S28：変数 $l = 0$ のとき、図20の着目ブロック $B_{11}$ の上辺であるので、着目ブロックの上に接するブロック $B_{01}$ が $\sigma$

$\sigma_b^2[bn-M] \leq \delta_2$ であれば、 $\lambda = \lambda_{\max}$ 、 $m = QP[bn]$ に置き換える(式(23)、(ア))。

【0147】ステップS29, S30, S31：変数 $k = 7$ のとき、着目ブロック $B_{11}$ の右辺であるので、着目ブロックの右に接するブロック $B_{12}$ が $\sigma_b^2[bn+1] \leq \delta_2$ であれば、 $\lambda = \lambda_{\max}$ 、 $m = QP[bn]$ に置き換える。

【0148】ステップS32, S33, S34：変数 $l = 7$ のとき、着目ブロック $B_{11}$ の下辺であるので、着目ブロックの下に接するブロック $B_{21}$ が $\sigma_b^2[bn+M] \leq \delta_2$ であれば、 $\lambda = \lambda_{\max}$ 、 $m = QP[bn]$ に置き換える。

【0149】ステップS35, S36, S37：変数 $k = 0$ のとき、着目ブロック $B_{11}$ の左辺であるので、着目ブロックの左に接するブロック $B_{10}$ が $\sigma_b^2[bn-1] \leq \delta_2$ であれば、 $\lambda = \lambda_{\max}$ 、 $m = QP[bn]$ に置き換える。

【0150】ステップS38, S39：着目画素の局所活性度 $\sigma_d^2(x, y)$ が閾値 $\delta_3$ 以上のとき、 $\lambda = \lambda_{\max}$ 、 $m = QP[bn]$ に置き換える(式(23)、(イ))。

【0151】ステップS17：変数 $i, j$ は $\pm 1$ で着目画素と周辺画素で差分を算出し、その差分の絶対値に非負の値 $m$ を加算する(式(19))。この式(19)の逆数を着目画素の重み $w(i, j)$ とする(式(21))。

【0152】ステップS18, S19：ステップS17で算出された重みと対応画素の画素値の積の総和 $A$ を算出する。また、重みの総和 $B$ を算出する。次に、 $A/B$ を算出し、スムージング値 $s$ とする。

【0153】ステップS20：式(15)のように、着目画素の値とスムージング値を混合割合 $\lambda$ に従って混合し、着目画素のフィルタリング後の画素値とする。

【0154】なお、図19は図13ないし図18の処理の概略を示したフローチャートであるので、これらの対応関係のみを示す。

【0155】

【表1】

図8	図2～図7
S1	S1, S2, S3
S2	S6
S3, S4	S10, S11
S5, S12	S12, S13, S14, S21, S22, S23, S24
S6, S7, S8	S16, S26～S39
S9	S17
S10	S18, S19
S11	S20

【0156】（実施の形態 2）請求項 21, 24, 27, 30 に対応する実施の形態 2 を説明する。この実施の形態 2 は図 1 の実線 17 の代わりに破線 28 で示した構成とする。このときポストフィルタ 26 として用いるエッジ保存性のあるフィルタは実施の形態 1 で記載したものと同一フィルタを用いる。この構成をとることで、画像を符号化・復号化するとき生じたランダムノイズが抑制され、かつエッジを保存しながら画像信号が平滑化されるので、次フレームの入力画像信号との予測誤差を小さくでき、符号化・復号化の際の伝送ビット量を削減できる。

【0157】請求項 22, 25, 28, 31 は図 1 の減算器 11 で算出された残差がある閾値より小さい場合の処理を行う装置、方法であり、図 1 の符号化部 12 で残差を符号化しない（H. 261 規格の無為ブロックに相当）場合に相当する。したがって、この該当画像ブロックが図 1 のフレームメモリ 18 から読み出された画像そのままのときである。この場合、フレームメモリに記憶された画像は、すでに 1 つ前のフレームでフィルタリングされているので、フレームメモリそのものの画像データに対しては、再度フィルタリングする必要がない。このため、残差が符号化された有意ブロックに対してのみエッジ保存性のあるフィルタリングを行うため、再度同一画像に対してフィルタリングを行わないことにより、画像のぼけを防止できる。

$$MSE1 = \frac{1}{64} \sum_{l=0}^{+7} \sum_{k=0}^{+7} (d(x+l, y+k) - i(x+l, y+k))^2 \quad \dots (35)$$

【0164】

\* \* 【数 36】

$$MSE2 = \frac{1}{64} \sum_{l=0}^{+7} \sum_{k=0}^{+7} (m(x+l, y+k) - i(x+l, y+k))^2 \quad \dots (36)$$

【0165】ここで、 $d(x, y)$  はフレームメモリに記憶され動き補償された画像値、 $i(x, y)$  は入力画像信号、 $m(x, y)$  は動き補償された画像ブロックに対して、本フィルタを適用した後の画像値である。

【0166】このように、符号化ループおよび復号化ループ内部のループ内フィルタをエッジ保存性のあるフィルタで構成することにより、次のフレームの入力画像信号との予測誤差を小さくでき、伝送ビット量を削減できる。

【0167】式 (33)、(34) の一例を示す。

【0168】

【数 37】

$$\lambda_{fix} = 0.5, \delta_4 = 8 \quad \dots (37)$$

【0169】このように、本実施の形態 2 によれば、平滑化フィルタによりブロック境界に生じる歪を大幅に軽減でき、視覚上大きな画質改善効果を得ることができる。また、復号化パラメータの粗さと画像信号の活性度に応じて平滑フィルタの特性を変えて平滑処理するの

【0158】請求項 23, 29 は本発明の平滑化方法を符号化部と復号化部の内部のループ内フィルタ（図 1 の 23）に用いた場合である。以下に一つの実施の形態を示す。図 1 の 20 は動き補償された後の画像信号なので、記憶したブロックごとの量子化パラメータやブロック活性度が、DCT ブロック分割に一致しない。そこで、式 (16) の  $\lambda$  を固定値にし、動き補償された画像ブロックに対して式 (12) から (14) を算出する。このとき、動き補償はフィルタリングする前のフレームメモリの記憶画素値と入力信号で算出する。

【0159】

【数 33】

$$\lambda = \lambda_{fix} \quad \dots (33)$$

【0160】このブロック活性度がある閾値  $\delta_2$  より小さいとき、

【0161】

【数 34】

$$\sigma_b^2 \leq \delta_2 \text{ ならば、} \lambda = \lambda_{max}, m = \delta_4 \quad \dots (34)$$

【0162】とし、入力画像とフレームメモリの平均自乗誤差〔式 (35)〕が、入力画像とフレームメモリのフィルタ後の平均自乗誤差〔式 (36)〕より大きい場合、復号ループのループ内フィルタを式 (15)、(18)、(21) で構成する。

【0163】

【数 35】

で、復号画像全体の解像度の低下を少なくでき、視覚的に見やすい高品質な復号画像を得ることができる。さらに、復号ループ内部にこの平滑フィルタを用いることで、予測誤差信号が小さくなり伝送ビット量を削減することができる。

【0170】

【発明の効果】以上のように、本発明の請求項 1 の画像信号平滑化装置によれば、サンプリングされデジタル化された画像信号に対し、着目画素とその周辺画素の重み付け平均でフィルタリング処理を行う平滑化フィルタを適用して平滑化処理を行う画像信号平滑化装置において、着目画素値とその周辺画素値の差分を検出する手段と、その差分の絶対値をとる手段と、前記差分検出絶対値に非負の値 ( $m$ ) を加算する手段と、その加算後の値の逆数 (重み係数) を取る手段と、その逆数を取った後の値に周辺画素値を乗算する手段と、その乗算した後の値の総和 ( $A$ ) を取る手段と、前記逆数 (重み係数) のみの総和 ( $B$ ) を取る手段と、前記重み係数の総和



(B)で前記総和(A)を除算して正規化(A/B)する手段とを備えるようにしており、差分値の逆数で平滑化するので、着目画素が孤立点ならば周辺画素すべてと差分値が大きく、周辺すべてが同じような重みとなる。着目画素の隣にエッジが存在する場合は、着目画素とエッジの差分は大きくなるが、エッジ以外の周辺画素との差分は小さい。したがって、エッジ側の重みが小さい重み平均をとる構成になる。連続したエッジはこの構成で保存でき、孤立点は平滑することができる。また、非負の値を加えることで、雑音の影響度合いを演算の中で制御できるとともに、逆数をとったときの演算結果が無限大になることを避けることができる。

【0171】また、本発明の請求項2の画像信号平滑化装置によれば、請求項1の画像信号平滑化装置において、フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、前記着目画素とその周辺画素の差分値に加える非負の値を、画像信号の各ブロックを符号化または復号化するとき用いられた量子化特性に代表される各ブロックごとの量子化パラメータの粗さに応じて適応的に変化させる手段とを備えるようにしたので、重み係数算出において逆数をとる前の加える非負の値を量子化パラメータの粗さで制御することにより、量子化誤差が拡大することに伴い拡大する雑音を消去することができる。

【0172】また、本発明の請求項3の画像信号平滑化装置によれば、請求項1の画像信号平滑化装置において、フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、ブロックごとに画素の変化の度合いを表すブロック活性度を算出する手段と、そのブロック活性度に応じて前記着目画素とその周辺画素の差分値に加える非負の値を適応的に変化させる手段とを備えるようにしたので、画像がブロック活性度の低い平坦な場合、雑音が目につきやすいが、雑音と認識する幅を拡大し、平坦な平滑化特性を強くし、雑音が認識されないようにすることができる。

【0173】また、本発明の請求項4の画像信号平滑化装置によれば、請求項1の画像信号平滑化装置において、フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出する手段と、着目画素がブロック境界に位置する際にその点に接する隣接ブロックのブロック活性度（隣接ブロック活性度）を検出する手段と、前記隣接ブロック活性度に応じて前記着目画素とその周辺画素の差分値に加える非負の値を適応的に変化させる手段とを備えるようにしており、画像が平坦なブロックに隣接する場合、その境界において連続した輝度（色相）の段差を生じる可能性が高いので、隣接ブロックがブロック活性度の低い平坦なことを検出して、平坦なブロックに接する点の平滑化特性の平坦度を強め、この境界段差をばかすことができる。

【0174】また、本発明の請求項5の画像信号平滑化

装置によれば、請求項1の画像信号平滑化装置において、フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、画像信号の各ブロック毎に前記平滑化処理された信号値と平滑化処理する前の信号値を混合する手段と、画像信号の各ブロックを符号化・復号化するとき用いられた量子化特性に代表される各ブロックごとの量子化パラメータの粗さに応じて前記混合割合を適応的に変化させる手段とを備えるようにしたので、着目画素のフィルタリングの最終的な値を前記の平滑化処理された信号値と平滑化処理する前の信号値を混合する前記構成により、画像ブロックごとに、画素ごとの性質によりフィルタリング特性を変化させることができる。そして、量子化パラメータが1の場合、量子化誤差は生じないので、最終的なフィルタリング後の値は平滑化処理する前の信号そのままよく、混合割合を量子化パラメータで制御する構成を有することにより、平滑化された信号値をフィルタリングに使用しないようにすることができる。

【0175】また、本発明の請求項6の画像信号平滑化装置によれば、請求項1の画像信号平滑化装置において、フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、画像信号の各ブロック毎に前記平滑化処理された信号値と平滑化処理する前の信号値を混合する手段と、画像信号の各ブロックの活性度に応じて前記混合割合を適応的に変化させる手段とを備えるようにしたので、ブロック活性度の低い平坦なブロックの場合、平滑化された平坦な信号値をより多く最終的なフィルタリング値に含ませることで、平坦なブロックで目につきやすい雑音を除去できる。

【0176】また、本発明の請求項7の画像信号平滑化装置によれば、請求項1の画像信号平滑化装置において、フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、画像信号の各ブロック毎に前記平滑化処理された信号値と平滑化処理する前の信号値を混合する手段と、着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出する手段と、着目画素がブロック境界に接する位置にあるときその画素に接する隣接ブロックの隣接ブロック活性度に応じて前記混合割合を適応的に変化させる手段とを備えるようにしており、画像がブロック活性度の低い平坦なブロックに隣接する場合、その境界において連続した輝度（色相）の段差を生じる可能性が高いので、隣接ブロックが平坦なことを検出して、平坦なブロックに接する点のフィルタリング特性の平坦度を強め、この境界をばかすことができる。

【0177】また、本発明の請求項8の画像信号平滑化装置によれば、サンプリングされデジタル化された画像信号に対して平滑化フィルタにより平滑化処理を施す装置において、フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、着目画素がブロック境界の位置に存在するか否かを検出する手段と、着目画素がブロック境界に存在するならばエッジ保存性を弱めたフィルタリングを行

う手段と、着目画素がブロック内部に存在するならばエッジ保存性のあるフィルタリングを行う手段とを備えるようにしたので、ブロック内部ではエッジ保存性を強く、ブロック境界ではエッジ保存性を弱くすることで、画像信号の重要要素であるエッジをより多く残しながらフィルタリングできる。

【0178】また、本発明の請求項9の画像信号平滑化装置によれば、請求項8の画像信号平滑化装置において、フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出する手段と、着目画素値とその周辺の画素値より着目点の活性度を算出する手段と、前記着目点がブロック境界に位置する場合前記着目点の活性度に応じてフィルタのエッジ保存性の強さを適応的に変化させる手段とを備えるようにしており、着目点がブロック境界でかつ着目点の活性度が高い場合、ブロック境界に段差が生じている可能性が高いので、平滑特性の平坦度を高めるとともに、フィルタリング特性における平滑特性の割合を大きくすることで、この段差を消去できる。

【0179】また、本発明の請求項10の画像信号平滑化装置によれば、請求項8の画像信号平滑化装置において、フィルタリングすべき画像をブロック分割する手段と、着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出する手段と、着目画素が存在しているブロック境界が水平、垂直のどちらに連続しているかを検出する手段と、着目画素が属するブロック境界の方向に応じてエッジ保存性の強さを適応的に変化させる手段とを備えるようにしており、ブロックノイズはブロック境界の連続する方向に発生するので、ブロック境界の連続する方向のエッジを弱く保存するフィルタを用いる構成により、ブロック境界方向に垂直なエッジを強く保存しながらブロック雑音を消去することができる。

【0180】また、本発明の請求項11の画像信号平滑化方法によれば、サンプリングされデジタル化された画像信号に対し、着目画素とその周辺画素の重み付け平均でフィルタリング処理を行う平滑化フィルタを適用して平滑化処理を行う画像信号平滑化方法において、着目画素値とその周辺画素値の差分を検出するステップと、その差分の絶対値をとるステップと、前記差分検出絶対値に非負の値(m)を加算するステップと、その加算後の値の逆数(重み係数)を取るステップと、その逆数を取った後の値に周辺画素値を乗算するステップと、その乗算した後の値の総和(A)を取るステップと、前記逆数(重み係数)のみの総和(B)を取るステップと、前記重み係数の総和(B)で前記総和(A)を除算して正規化(A/B)するステップとを含むようにしており、差分値の逆数で平滑化するので、着目画素が孤立点ならば周辺画素すべてと差分値が大きく、周辺すべてが同じような重みとなる。着目画素の隣にエッジが存在する場合は、着目画素とエッジの差分は大きくなるが、エッジ以

外の周辺画素との差分は小さい。したがって、エッジ側の重みが小さい重み平均をとる構成になる。連続したエッジはこの構成で保存でき、孤立点は平滑することができる。非負の値を加えることで、雑音の影響度合いを演算の中で制御できる。また、逆数をとったときの演算結果が無限大になることを避けることができる。

【0181】また、本発明の請求項12の画像信号平滑化方法によれば、請求項11の画像信号平滑化方法において、フィルタリングすべき画像をブロック分割するステップと、前記着目画素とその周辺画素の差分値に加える非負の値を、画像信号の各ブロックを符号化・復号化するとき用いられた量子化特性に代表される各ブロックごとの量子化パラメータの粗さに応じて適応的に変化させるステップとを含むようにしたので、重み係数算出において逆数をとる前の加える非負の値を量子化パラメータの粗さで制御することにより、量子化誤差が拡大することに伴い拡大する雑音も消去することができる。

【0182】また、本発明の請求項13の画像信号平滑化方法によれば、請求項11の画像信号平滑化方法において、フィルタリングすべき画像をブロック分割するステップと、ブロックごとに画素の変化の度合いを表すブロック活性度を算出するステップと、そのブロック活性度に応じて前記着目画素とその周辺画素の差分値に加える非負の値を適応的に変化させるステップとを含むようにしており、画像がブロック活性度の低い平坦な場合、雑音が目につきやすいが、雑音と認識する幅を拡大し、平坦な平滑化特性を強くし、雑音が認識されないようにすることができる。

【0183】また、本発明の請求項14の画像信号平滑化方法によれば、請求項11の画像信号平滑化方法において、フィルタリングすべき画像をブロック分割するステップと、着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出するステップと、着目画素がブロック境界に位置する際にその点に接する隣接ブロックのブロック活性度(隣接ブロック活性度)を検出するステップと、前記隣接ブロック活性度に応じて前記着目画素とその周辺画素の差分値に加える非負の値を適応的に変化させるステップとを含むようにしており、画像が平坦なブロックに隣接する場合、その境界において連続した輝度(色相)の段差を生じる可能性が高いので、隣接ブロックがブロック活性度の低い平坦なことを検出して、平坦なブロックに接する点の平滑化特性の平坦度を強め、この境界段差をばかすことができる。

【0184】また、本発明の請求項15の画像信号平滑化方法によれば、請求項11の画像信号平滑化方法において、フィルタリングすべき画像をブロック分割するステップと、画像信号の各ブロック毎に前記平滑化処理された信号値と平滑化処理する前の信号値を混合するステップと、画像信号の各ブロックを符号化・復号化するとき用いられた量子化特性に代表される各ブロックごと

の量子化パラメータの粗さに応じて前記混合割合を適応的に変化させるステップとを含むようにしており、着目画素のフィルタリングの最終的な値を前記の平滑化処理された信号値と平滑化処理する前の信号値を混合する前記構成により、画像ブロックごとに、画素ごとの性質によりフィルタリング特性を変化させることができる。量子化パラメータが 1 の場合、量子化誤差は生じないので、最終的なフィルタリング後の値は平滑化処理する前の信号そのままでもよい。混合割合を量子化パラメータで制御する構成により、平滑化された信号値をフィルタリングに使用しないことができる。

【0185】また、本発明の請求項 16 の画像信号平滑化方法によれば、請求項 11 の画像信号平滑化方法において、フィルタリングすべき画像をブロック分割するステップと、画像信号の各ブロック毎に前記平滑化処理された信号値と平滑化処理する前の信号値を混合するステップと、画像信号の各ブロックの活性度に応じて前記混合割合を適応的に変化させるステップとを含むようにしており、ブロック活性度の低い平坦なブロックの場合、平滑化された平坦な信号値をより多く最終的なフィルタリング値に含ませることで、平坦なブロックで目につきやすい雑音を除去できる。

【0186】また、本発明の請求項 17 の画像信号平滑化方法によれば、請求項 11 の画像信号平滑化方法において、フィルタリングすべき画像をブロック分割するステップと、画像信号の各ブロック毎に前記平滑化処理された信号値と平滑化処理する前の信号値を混合するステップと、着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出するステップと、着目画素がブロック境界に接する位置にあるときその画素に接する隣接ブロックの隣接ブロック活性度に応じて前記混合割合を適応的に変化させるステップとを含むようにしており、画像がブロック活性度の低い平坦なブロックに隣接する場合、その境界において連続した輝度（色相）の段差を生じる可能性が高いので、隣接ブロックが平坦なことを検出して、平坦なブロックに接する点のフィルタリング特性の平坦度を強め、この境界をぼかすことができる。

【0187】また、本発明の請求項 18 の画像信号平滑化方法によれば、サンプリングされデジタル化された画像信号に対して平滑化フィルタにより平滑化処理を施す方法において、フィルタリングすべき画像をブロック分割するステップと、着目画素がブロック境界の位置に存在するか否かを検出するステップと、着目画素がブロック境界に存在するならばエッジ保存性を弱めたフィルタリングを行うステップと、着目画素がブロック内部に存在するならばエッジ保存性のあるフィルタリングを行うステップとを含むようにしており、ブロック内部ではエッジ保存性を強く、ブロック境界ではエッジ保存性を弱くすることで、画像信号の重要要素であるエッジをより多く残しながらフィルタリングできる。

【0188】また、本発明の請求項 19 の画像信号平滑化方法によれば、請求項 18 の画像信号平滑化方法において、フィルタリングすべき画像をブロック分割するステップと、着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出するステップと、着目画素値とその周辺の画素値より着目点の活性度を算出するステップと、前記着目点がブロック境界に位置する場合前記着目点の活性度に応じてフィルタのエッジ保存性の強さを適応的に変化させるステップとを含むようにしており、着目点がブロック境界でかつ着目点の活性度が高い場合、ブロック境界に段差が生じている可能性が高いので、平滑特性の平坦度を高めるとともに、フィルタリング特性における平滑特性の割合を大きくすることで、この段差を消去できる。

【0189】また、本発明に係る請求項 20 の画像信号平滑化方法によれば、請求項 18 の画像信号平滑化方法において、フィルタリングすべき画像をブロック分割するステップと、着目画素がブロック境界の位置にあるか否かを検出するステップと、着目画素が存在しているブロック境界が水平、垂直のどちらに連続しているかを検出するステップと、着目画素が属するブロック境界の方向に応じてエッジ保存性の強さを適応的に変化させるステップとを含むようにしており、ブロックノイズはブロック境界の連続する方向に発生するので、ブロック境界の連続する方向のエッジを弱く保存するフィルタを用いる構成としたことにより、ブロック境界方向に垂直なエッジを強く保存しながらブロック雑音を消去することができる。

【0190】また、本発明の請求項 21 の画像符号化装置は、1 又は複数個のフレーム又はフィールドに相当する信号を記憶するフレームメモリを備えた復号ループにフィルタを設けて、入力信号とフレームメモリ間の対応画素でフレーム間符号化を行う画像符号化装置において、前記フィルタとしてエッジ保存性のあるフィルタを備え、局部復号信号として、その画像信号平滑化装置で処理した後の画像信号を前記 1 つ前のフレームの画像信号を記憶するフレームメモリに入力するようにしており、復号された信号に前記フィルタリング後の画素値をフレームメモリに書き込む構成を有することにより、エッジを残したままブロック雑音が軽減され、次フレームの入力画像信号との予測誤差を小さくでき、伝送ビット量を削減できる。

【0191】また、本発明の請求項 22 の画像符号化装置によれば、請求項 21 の画像符号化装置において、画像をブロックに分割しそのブロック毎のフレーム間差分を算出する手段と、その差分がある閾値を超えることを判定する手段と、閾値を超えたときのみ該当ブロックをエッジ保存性のあるフィルタで処理する手段とを備えるようにしたので、残差成分が新たに加えられない画像ブロック（一度フィルタ処理されフレームメモリに記憶された画像ブロック信号そのまま）が存在する場合、再度

同一画像に対してフィルタリングをしないことにより画像のぼけを防止できる。

【0192】また、本発明の請求項23の画像符号化装置によれば、1又は複数個のフレーム又はフィールドに相当する信号を記憶するフレームメモリを備えた復号ループにフィルタを設けて、入力信号とフレームメモリ間の対応画素でフレーム間符号化を行う画像符号化装置において、動きベクトルを算出する手段と、フレームメモリに記憶された画素値を動きベクトルを考慮して読み出す手段と、前記フレームメモリ出力信号を処理する、エッジ保存性のあるフィルタとを備えるようにしており、符号化ループ内部のループ内フィルタを前記フィルタで構成することで、前記と同様に次フレームの入力画像信号との予測誤差を小さくでき、伝送ビット量を削減できる。

【0193】また、本発明の請求項24の画像復号化装置によれば、1又は複数個のフレーム又はフィールドに相当する信号を記憶するフレームメモリを備えた復号ループにフィルタを設けて、入力信号とフレームメモリ間の対応画素でフレーム間復号化を行う画像復号化装置において、前記フィルタとしてエッジ保存性のあるフィルタを備え、復号信号として、その画像信号平滑化装置で処理した後の画像信号を前記1つ前のフレームの画像信号を記憶するフレームメモリに入力するようにしており、復号された信号に前記フィルタリング後の画素値をフレームメモリに書き込む構成を有することにより、エッジを残したままブロック雑音が軽減され、次フレームの入力画像信号との予測誤差を小さくでき、伝送ビット量を削減できる。

【0194】また、本発明の請求項25の画像復号化装置によれば、請求項24の画像復号化装置において、画像をブロック毎に分割しそのブロック毎のフレーム間差分を算出する手段と、その差分がある閾値を超えることを判定する手段と、閾値を超えたときのみ該当ブロックをエッジ保存性のあるフィルタで処理する手段とを備えるようにしたので、残差成分が新たに加えられない画像ブロック（一度フィルタ処理されフレームメモリに記憶された画像ブロック信号そのまま）が存在する場合、再度同一画像に対してフィルタリングをしないことにより画像のぼけを防止できる。

【0195】また、本発明の請求項26の画像復号化装置によれば、1又は複数個のフレーム又はフィールドに相当する信号を記憶するフレームメモリを備えた復号ループにフィルタを設けて、入力信号とフレームメモリ間の対応画素でフレーム間復号化を行う画像復号化装置において、動きベクトルを算出する手段と、フレームメモリに記憶された画素値を動きベクトルを考慮して読み出す手段と、前記フレームメモリ出力信号を処理する、エッジ保存性のあるフィルタとを備えるようにしており、復号化ループ内部のループ内フィルタを前記フィルタで

構成することで、前記と同様に次フレームの入力画像信号との予測誤差を小さくでき、伝送ビット量を削減した画像信号の復号が実現できる。

【0196】また、本発明の請求項27の画像符号化方法によれば、1又は複数個のフレーム又はフィールドに相当する信号を記憶するフレームメモリを備えた復号ループにフィルタを設けて、入力信号とフレームメモリ間の対応画素でフレーム間符号化を行う画像符号化方法において、前記フィルタとしてエッジ保存性のあるフィルタを用いて処理を行うステップと、局部復号信号として、その画像信号平滑化装置で処理した後の画像信号を前記1つ前のフレームの画像信号を記憶するフレームメモリに入力するステップとを含むようにしたので、復号された信号に前記フィルタリング後の画素値をフレームメモリに書き込む構成により、エッジを残したままブロック雑音が軽減され、次フレームの入力画像信号との予測誤差を小さくでき、伝送ビット量を削減できる。

【0197】また、本発明の請求項28の画像符号化方法によれば、請求項27の画像符号化方法において、画像をブロックに分割し各ブロック毎のフレーム間差分を算出するステップと、その差分がある閾値を超えることを判定するステップと、閾値を超えたときのみ該当ブロックをエッジ保存性のあるフィルタで処理するステップとを含むようにしたので、残差成分が新たに加えられない画像ブロック（一度フィルタ処理されフレームメモリに記憶された画像ブロック信号そのまま）が存在する場合、再度同一画像に対してフィルタリングをしないことにより画像のぼけを防止できる。

【0198】また、本発明の請求項29の画像符号化方法によれば、1又は複数個のフレーム又はフィールドに相当する信号を記憶するフレームメモリを備えた復号ループにフィルタを設けて、入力信号とフレームメモリ間の対応画素でフレーム間符号化を行う画像符号化方法において、動きベクトルを算出するステップと、フレームメモリに記憶された画素値を動きベクトルを考慮して読み出すステップと、前記フレームメモリ出力信号をエッジ保存性のあるフィルタにより処理するステップとを含むようにしており、符号化ループ内部のループ内フィルタを前記フィルタで構成することで、前記と同様に次フレームの入力画像信号との予測誤差を小さくでき、伝送ビット量を削減できる。

【0199】また、本発明に係る請求項30の画像復号化方法によれば、1又は複数個のフレーム又はフィールドに相当する信号を記憶するフレームメモリを備えた復号ループにフィルタを設けて、入力信号とフレームメモリ間の対応画素でフレーム間復号化を行う画像復号化方法において、前記フィルタとしてエッジ保存性のあるフィルタを用いて処理を行うステップと、復号信号として、その画像信号平滑化装置で処理した後の画像信号を前記1つ前のフレームの画像信号を記憶するフレームメ

メモリに入力するステップとを含むようにしており、復号された信号に前記フィルタリング後の画素値をフレームメモリに書き込む構成を有することにより、エッジを残したままブロック雑音が軽減され、次フレームの入力画像信号との予測誤差を小さくでき、伝送ビット量を削減できる。

【0200】また、本発明の請求項31の画像復号化方法によれば、請求項30の画像復号化方法において、画像をブロックに分割し各ブロック毎にそのフレーム間差分を算出するステップと、その差分がある閾値を超えることを判定するステップと、閾値を超えたときのみ該当ブロックをエッジ保存性のあるフィルタで処理するステップとを含むようにしており、残差成分が新たに加えられない画像ブロック（一度フィルタ処理されフレームメモリに記憶された画像ブロック信号そのまま）が存在する場合、再度同一画像に対してフィルタリングをしないことにより画像のぼけを防止できる。

【0201】また、本発明の請求項32の画像復号化方法によれば、1又は複数個のフレーム又はフィールドに相当する信号を記憶するフレームメモリを備えた復号ループにフィルタを設けて、入力信号とフレームメモリ間の対応画素でフレーム間復号化を行う画像復号化方法において、動きベクトルを算出するステップと、フレームメモリに記憶された画素値を動きベクトルを考慮して読み出すステップと、前記フレームメモリの出力信号をエッジ保存性のあるフィルタにより処理するステップとを含むようにしており、符号化ループ内部のループ内フィルタを前記フィルタで構成することで、前記と同様に次フレームの入力画像信号との予測誤差を小さくでき、伝送ビット量を削減できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用されるフレーム間符号化方式のブロック図である。

【図2】本発明の平滑フィルタの構成を示すブロック図である。

【図3】図2の平滑フィルタに付加される構成を示すブロック図である。

【図4】図2の平滑フィルタに付加される構成を示すブロック図である。

【図5】図2の平滑フィルタに付加される構成を示すブロック図である。

【図6】図2の平滑フィルタに付加される構成を示すブロック図である。

【図7】図2の平滑フィルタに付加される構成を示すブロック図である。

【図8】図2の平滑フィルタに付加される構成を示すブロック図である。

【図9】本発明の平滑フィルタの構成を示すブロック図である。

【図10】本発明の平滑フィルタの構成を示すブロック

図である。

【図11】本発明の平滑フィルタの構成を示すブロック図である。

【図12】本発明の平滑フィルタの構成を示すブロック図である。

【図13】本発明のフィルタ制御の詳細フローチャート図である。

【図14】本発明のフィルタ制御の詳細フローチャート図である。

10 【図15】本発明のフィルタ制御の詳細フローチャート図である。

【図16】本発明のフィルタ制御の詳細フローチャート図である。

【図17】本発明のフィルタ制御の詳細フローチャート図である。

【図18】本発明のフィルタ制御の詳細フローチャート図である。

【図19】本発明のフィルタ制御の概略フローチャート図である。

20 【図20】ブロック分割と着目画素の接する隣接ブロックを示す図である。

【図21】式(1)、(2)、(7)の局所領域を示す図である。

【図22】信学技報 I E 8 4-4 6 の一例の説明図である。

【図23】H. 261規格のフィルタ係数の説明図である。

【図24】従来のフィルタ方式が適用されるフレーム間符号化方式のブロック図である。

30 【符号の説明】

10……入力画像信号

11……減算器

12……符号化部

13……符号化された誤差信号

14……局部復号化部

15……局部復号誤差信号

16……加算器

17……局部復号信号

18……フレームメモリ

40 19……動きベクトル検出部

20……動き補償予測信号

21……1フレーム前の画像信号

22……動きベクトル

23……ループ内フィルタ（適応フィルタ部）

24……予測信号

25……復号部

26……ポストフィルタ

27……出力画像信号

28……請求項10実現時の構成

50 29 a……マルチプレクサ

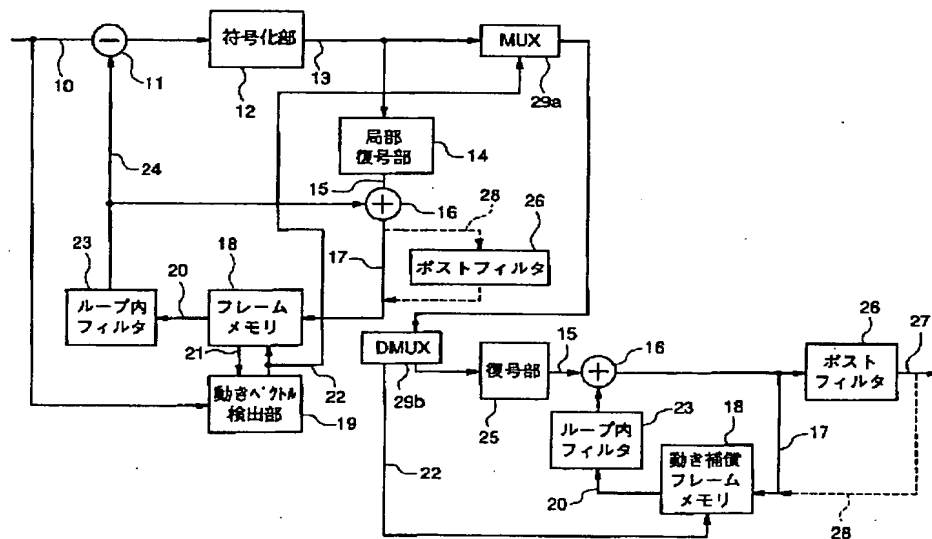
41

29b……デマルチプレクサ  
 30……着目画素  
 31……着目画素が接する隣接画像ブロック  
 32……着目画素が属する画像ブロック  
 33……ブロック境界  
 40……着目画素  
 41～48……周辺画素  
 50……ブロック境界にある画素  
 51……ブロック内部にある画素  
 52……ブロック境界  
 60……8×8画像ブロックの分割  
 61……四隅におけるフィルタ係数  
 62……上下端におけるフィルタ係数  
 63……左右端におけるフィルタ係数  
 64……内部領域におけるフィルタ係数  
 100……CPU  
 150……バス  
 200……画像メモリ  
 231……差分器

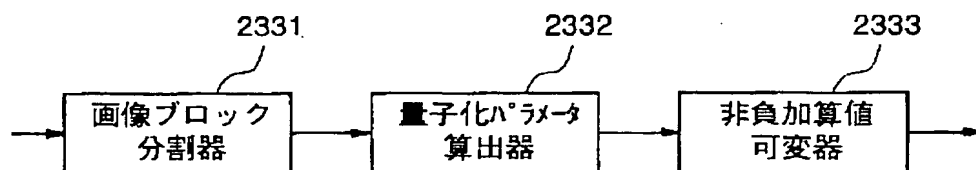
42

232……絶対値器  
 233……加算器  
 234……逆数器  
 235……乗算器  
 236……総和器  
 237……総和器  
 238……除算器  
 300……画像入力部  
 400……画像出力部  
 10 2331……画像ブロック分割器  
 2332……量子化パラメータ算出器  
 2333……非負加算値可変器  
 2334……ブロック活性度算出器  
 2335……画素位置検出器  
 2336……信号混合器  
 2337……フィルタ回路  
 2338……フィルタ回路  
 2340……活性度算出器  
 2341……境界連続方向検出器

【図1】



【図3】



```

graph LR
    P[周辺画素値] --> D[差分器 231]
    T[着目画素値] --> D
    D --> N[非負の値 232]
    N --> A[加算器 233]
    P --> A
    A --> I[逆数器 234]
    I --> M[乗算器 235]
    P --> M
    M --> S1[総和器 236]
    P --> S1
    S1 --> D2[除算器 237]
    P --> D2
    D2 --> O[スムージングされた画素値 238]
  
```

```

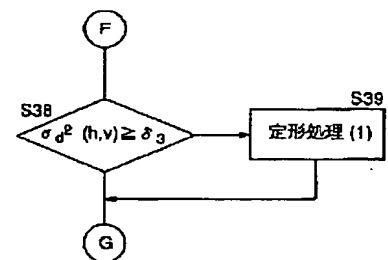
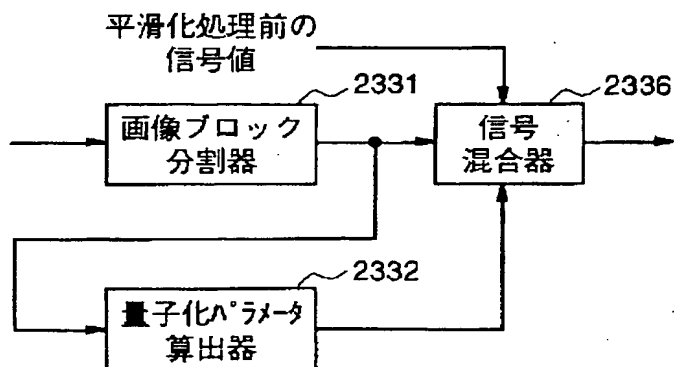
graph LR
    In(( )) --> 2331[画像ブロック分割器]
    2331 --> 2334[ブロック活性度算出器]
    2334 --> 2333[非負加算値可変器]
    2333 --> Out(( ))
  
```

Figure 10 is a block diagram illustrating the flow of data. It consists of three main processing blocks connected in series. The first block, labeled 2331, is the "画像ブロック分割器" (Image Block Divider). An input arrow enters from the left into this block. The output of block 2331 is an arrow that points to the second block, labeled 2334, the "ブロック活性度算出器" (Block Activity Degree Calculator). The output of block 2334 is an arrow that points to the third block, labeled 2333, the "非負加算値可変器" (Non-negative Addition Value Variable). Finally, an output arrow exits from the right side of block 2333.

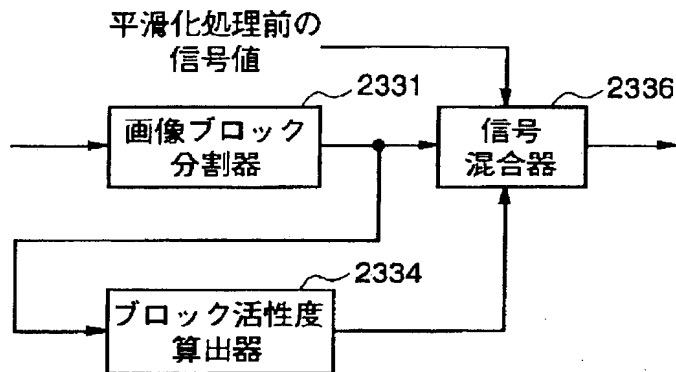
```

graph LR
    In(( )) --> 2331[画像ブロック分割器]
    2331 --> 2335[画素位置検出器]
    2335 --> 2334[ブロック活性度算出器]
    2334 --> 2333[非負加算値可変器]
    2333 --> Out(( ))
  
```

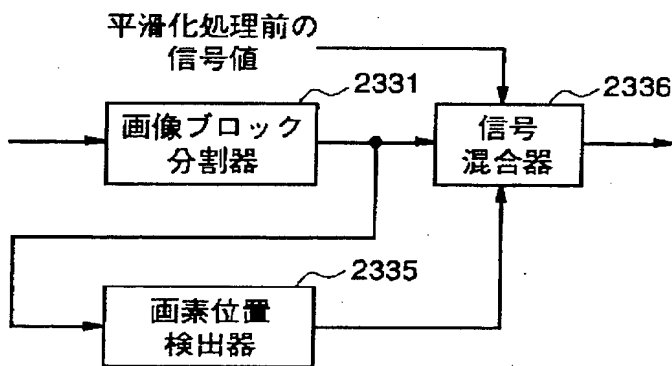
【图 18】



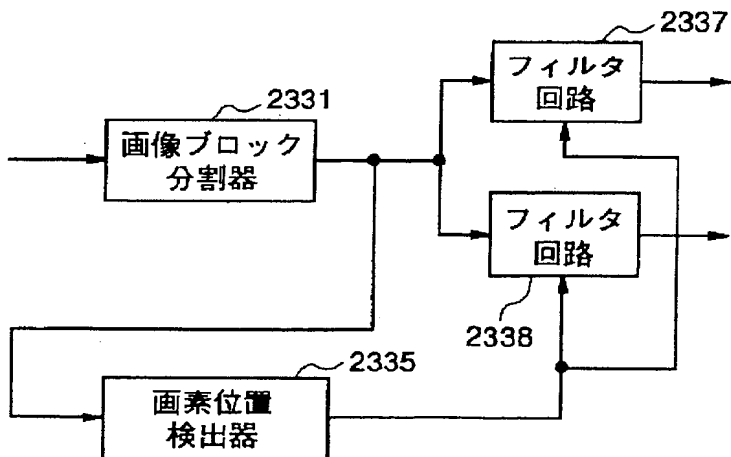
【図7】



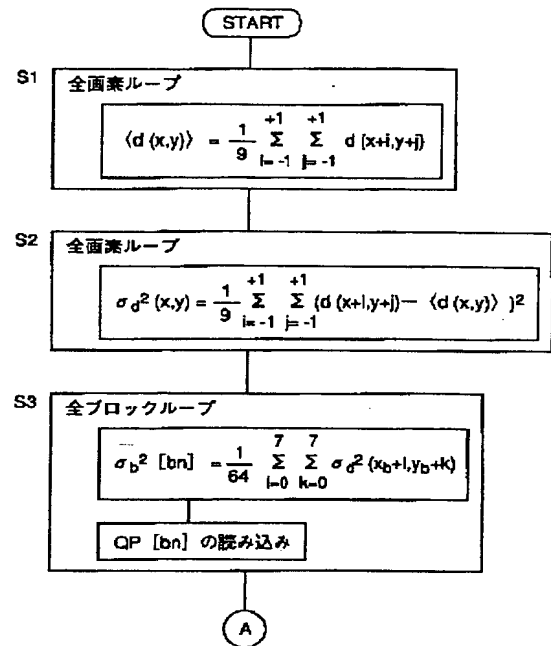
【図8】



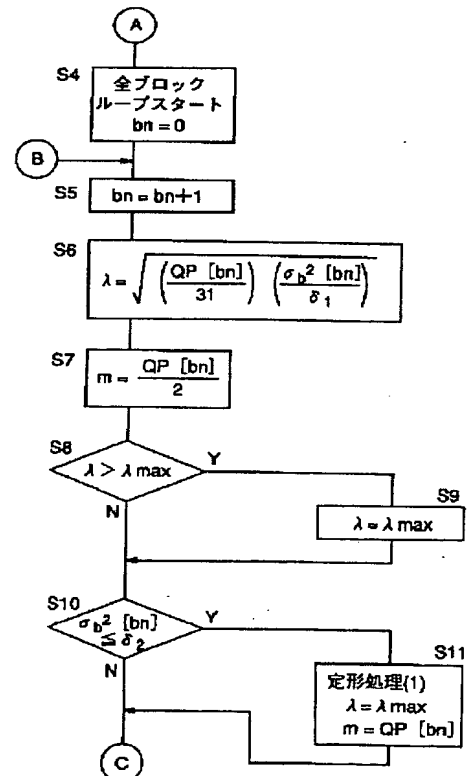
【図9】



【図13】

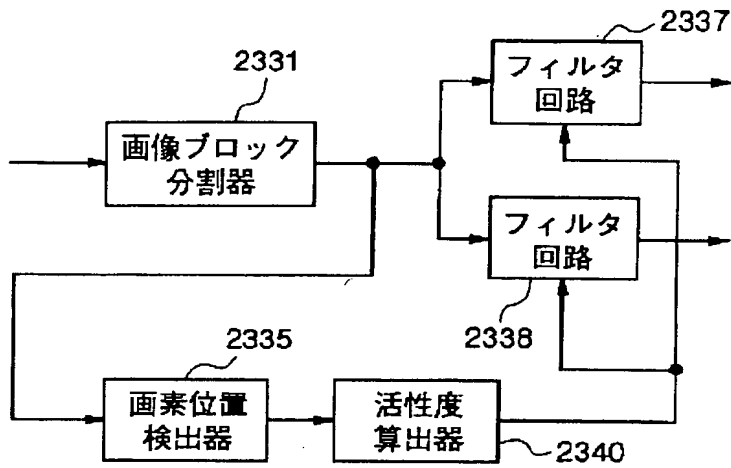


【図14】

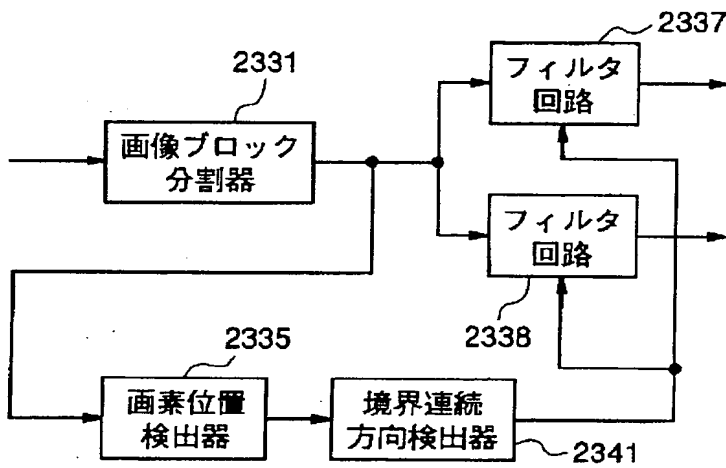




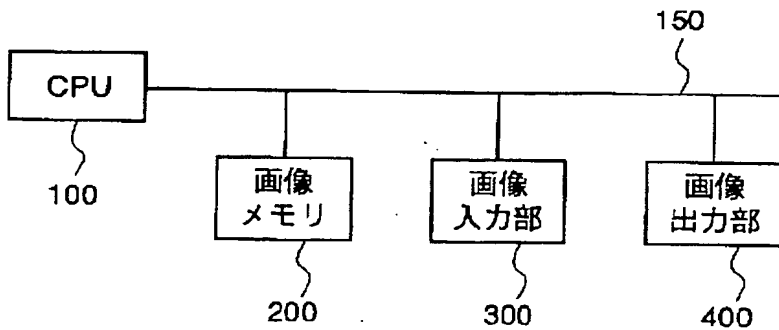
【図10】



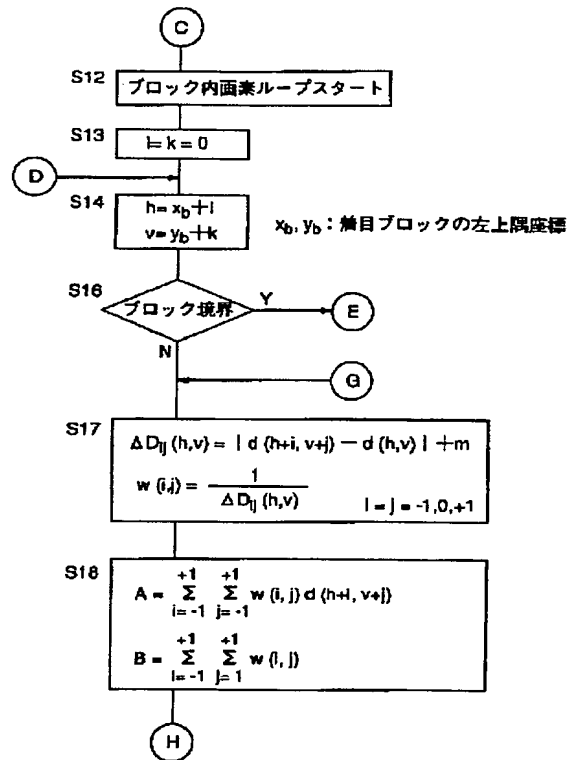
【図11】



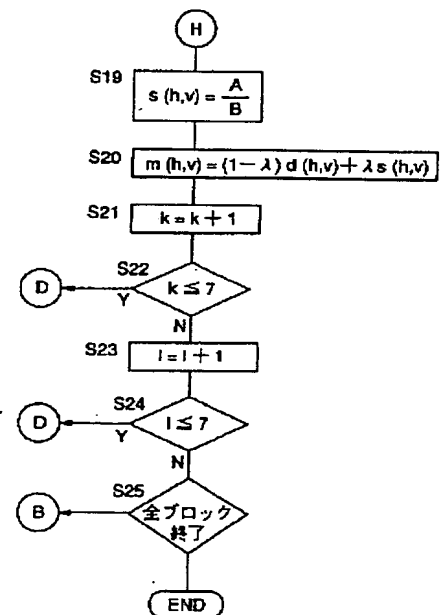
【図12】



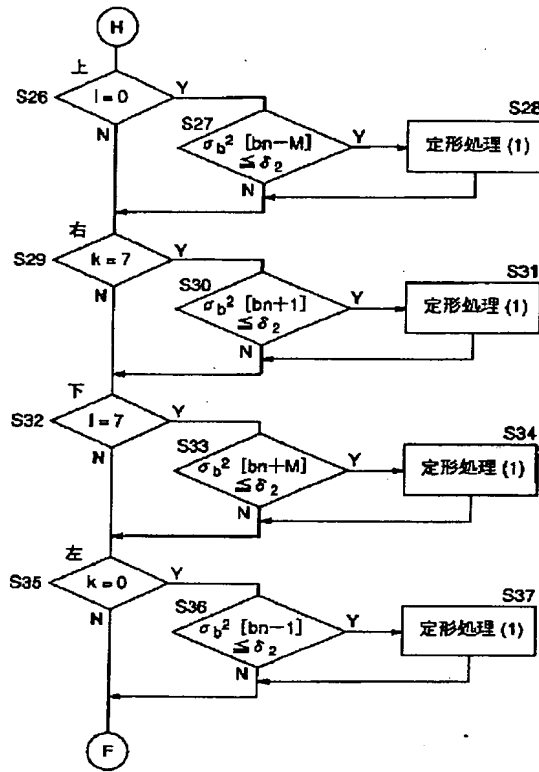
【図15】



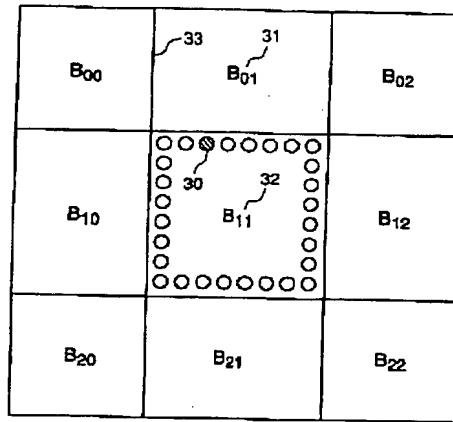
【図16】



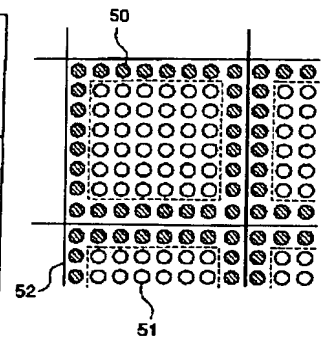
【図17】



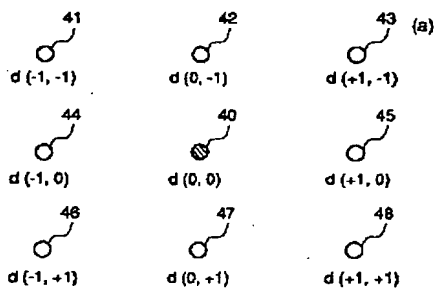
【図20】



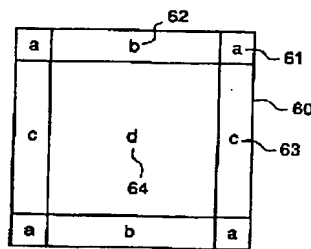
【図22】



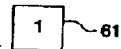
【図21】



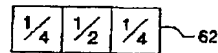
【図23】



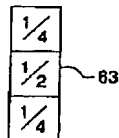
(b) 四隅部分



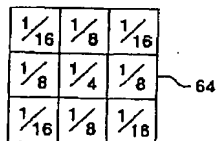
(c) 上下端



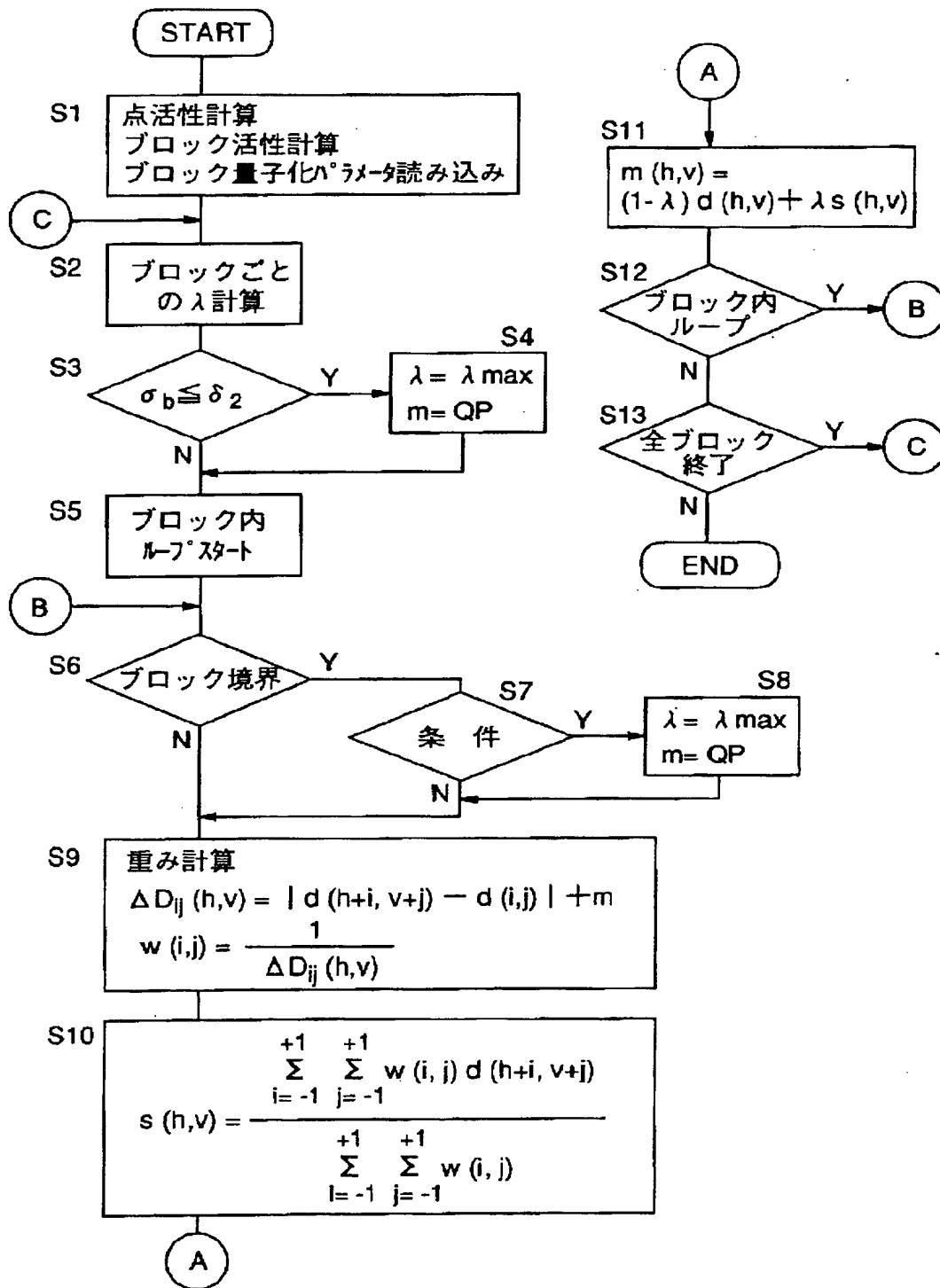
(d) 左右端



(e) 内部



【図19】



【図24】

